

УДК 574.45

ОПЫТ ОЦЕНКИ РАЗНОГОДИЧНОЙ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ТРАВЯНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЙМЫ РЕКИ МАЛАЯ СОСЬВА (ЗАПОВЕДНИК «МАЛАЯ СОСЬВА») С УЧЕТОМ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

В.Н. Тюрин

Сургутский государственный университет

tyurin_vn@mail.ru

В работе представлены результаты трехлетних исследований (1986-1988 гг.) травяных сообществ на шести стационарных пробных площадках в пойме р. Малая Сосьва (Заповедник «Малая Сосьва»). Основной целью явилась оценка продуктивности и ее связи с гидрологическими и метеорологическими факторами. При отборе проб на прирост фитомассы использована методика Н.Ф. Храпцовой [1974], позволяющая избежать нарушения растительности на площадках, также выполнять статистическую обработку данных. Полученные результаты отразили тесную связь продуктивности с влагообеспеченностью почв, обусловленной положением в рельефе при относительной независимости от метеорологических факторов и режима поемности – прирост фитомассы закономерно возрастает к речному руслу. Травяные сообщества проявляют относительную стабильность при значительном колебании гидрологических и погодных условий в разные годы. В сообществах, обладающих высокой продуктивностью, отмечено снижение биоразнообразия.

Данная статья посвящена руководителю темы М.И. Гаврилову и 30-летию проведения исследований.

Ключевые слова: пойма реки Малая Сосьва, Западная Сибирь, продуктивность травяных сообществ, гидрологические и метеорологические факторы, разногодичная динамика, биоразнообразие.

Цитирование: Тюрин В.Н. 2018. Опыт оценки разногодичной динамики продуктивности травяных сообществ поймы реки Малая Сосьва (заповедник «Малая Сосьва») с учетом погодно-климатических и гидрологических особенностей // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 9. № 2. С. 17-27.

Citation: Tyurin V.N. 2018. The experience of estimating the aboveground productivity dynamics of grass communities in the Malaya Sosva River floodplain (Nature Reserve "Malaya Sosva") taking into account weather, climate and hydrological features // Environmental dynamics and global climate change. V. 9. № 2. P. 17-27.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17816/edgcc10204>

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность (для травостоя соответствующая ежегодному приросту биомассы) является интегральным показателем функционирования экосистем, отражая степень благоприятствования среды. Для растительных сообществ данный критерий в отличие от других параметров (проективное покрытие, размер и количество особей на единице площади) наиболее адекватно отражает их структуру в количественном выражении и позволяет избежать субъективных и неоднозначных оценок. Особенно большую ценность такие исследования представляют при длительных наблюдениях, когда точность получения данных является определяющей при соотнесении их с количественными показателями окружающей среды.

При оценке продуктивности фитоценозов особое значение имеют работы на стационарных пробных площадках (СПП), с повторным отбором проб. На сегодняшний день многолетние наблюдения за приростом фитомассы растительных сообществ в регионе в основном привязаны к пойме Оби [Скулкин, 1986, 1992; Шепелева, 1996; Тюрин, 2002, 2017, 2018 и др.]. В этой связи исследования, организованные в 1986 г. в пойме р. Малая Сосьва выдающимся геоботаником, сотрудником заповедника «Малая Сосьва» М.И. Гавриловым, оказались уникальными. Однако их результаты остались необнародованными.

В 1987-1988 гг. автору настоящей статьи довелось проработать два сезона во время студенческой практики и принять непосредственное участие в сборе и обработке материала под руководством М.И. Гаврилова. К сожалению, из-за прекращения поддержки науки в заповедниках на рубеже 1980-х и 1990-х гг. активные исследования на СПП продолжались лишь до 1990 г.

В данной работе представлены данные о приросте надземной фитомассы (НФМ) травяных сообществ поймы р. Малая Сосьва на шести СПП за 1986-1988 гг. В основные задачи исследований вошли: оценка влияния на продуктивность фитоценозов погодно-климатических (температура, осадки) и гидрологических (включая поемность) факторов, а также связанной с поемностью седиментации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Физико-географическая характеристика района исследований

Исследуемый участок находится на северо-западе ХМАО – Югры, севернее 62-й параллели (рис. 1). Территориально приурочен к среднетаежной подзоне, для которой характерно преобладание на плакорах темнохвойных (елово-кедровых) кустарничково-зеленомошных лесов [Ильина, 1981]. Также для района исследований отмечено широкое распространение на легких дренированных почвах сосновых лишайниковых и кустарничково-зеленомошных лесов [Лапшина, 1975]. Особенностью территории, как и всей Западно-Сибирской равнины, является широкое распространение заболоченных лесов и верховых сфагновых (часто облесенных сосной) болот. Поймы средних и малых рек покрыты преимущественно пихтово-еловыми травяно-зеленомошными и еловыми осоково-сфагновыми лесами, с участками осоково-сфагновых мезотрофных болот [Лапшина, 1973]. Приречные луга занимают ничтожные территории (для заповедника «Малая Сосьва» менее 1% [Гаврилов, 1990]).

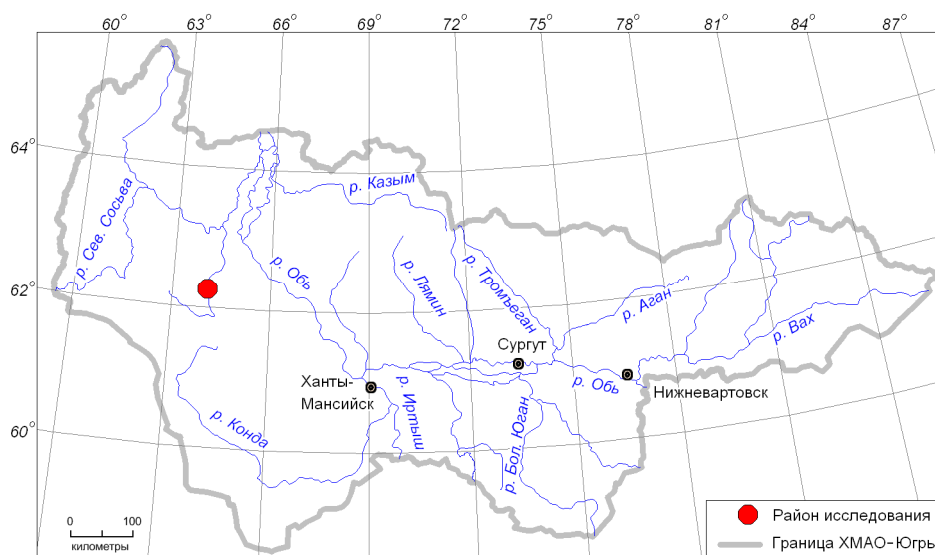


Рис. 1. Картограмма района исследований.

Для исследованной территории характерен континентальный климат, с большим контрастом сезонных явлений. Средняя температура января в заповеднике составляет минус 19,9° С, июля +16° С, среднегодовая температура равна минус 2,1° С. Абсолютный минимум зафиксирован на отметке минус 47,2° С, абсолютный максимум +33,7° С. Летний период (с температурами выше +10° С) продолжается в среднем с 6 июня по 3 сентября. Среднегодовое количество осадков составляет 525 мм, большая их часть выпадает летом [Заповедник «Малая Сосьва», 1999].

Основной водной артерией заповедника является р. Малая Сосьва, относимая к средним рекам. Этот правый приток р. Северная Сосьва имеет длину 484 км, площадь бассейна 10,4 тыс. кв. км. Для водотока характерна краткоемкость. Половодье начинается в апреле – начале мая, достигая максимума чаще всего в первой декаде мая (у д. Шухтунгорт – в среднем 8 мая) и обычно заканчивается в июне [Лёзин, 1999, с. 122-123]. Вода может подниматься на высоту до 6 м, периодически затоплявая в т.ч. темнохвойные леса зрелой поймы. Луга затопляются почти каждый год. Исключением за время наших исследований был маловодный и сухой 1988 г., в котором заливались лишь осоковые и крупнозлаковые сообщества.

Для пойм средних и малых рек характерно заметное отличие в структуре их растительности и приросте НФМ в сравнении с крупнейшими водотоками. Обширные поймы Оби и Иртыша покрыты в основном лугами и травяными болотами, поймы средних и малых рек преимущественно лесные.

Формирование растительного покрова обусловлено складывающимися экологическими факторами. Половодье на больших реках продолжительное, оно значительно перекрывает по времени вегетационный период. В поймах средних и малых рек вода обычно спадает до его начала и растительность развивается в относительно стабильных гидрологических условиях.

Объекты исследований

Объектами исследований послужили травяные сообщества (СПП 1 – СПП 4), также травяные ярусы в ивняке травяном (ССП 5) и ельнике мелкотравно-зеленомошном (СПП 6). Площадки были заложены в 1986 г. М.И. Гавриловым вблизи кордона Тузингорт (заповедник «Малая Сосьва»), координаты района исследований 62°07,8' с.ш., 64°07,0' в.д. (квартал 118 материалов лесоустройства). СПП 1, 2, 3, 4, 5 находятся в современной пойме, СПП 6 – в зрелой пойме р. Малая Сосьва. Размер площадок варьирует от 4 до 16 кв. м, в зависимости от плотности побегов и равномерности их распределения.

При выборе мест закладки СПП решали две основные задачи: 1) изучить типичные для данного района пойменные ассоциации, 2) рассмотреть наиболее разнородные по экологическим условиям поверхности. Ниже приведены основные характеристики площадок.

СПП 1 заложена в верхней части прирусловой песчаной отмели на левом берегу р. Малая Сосьва. Координаты: 62°08'20" с.ш., 64°07'20" в.д. (здесь и для других площадок определены по современной космосъемке с точностью ~5", или ~100-200 м). Сообщество с доминированием *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert в 1987 г. сменилось фитоценозом из *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub. С тыльной стороны к нему примыкает ивняк из *Salix viminalis* L. Почва аллювиальная примитивная слоистая, слоистость обусловлена ежегодными наносами аллювия средней мощностью 10 см. На глубине 1 м обнаружена капиллярная кайма.

СПП 2 заложена на левом берегу р. Малая Сосьва, в осоковом сообществе (*Carex acuta* L.), ее координаты: 62°07'55" с.ш., 64°06'50" в.д. Расположена в нижней части прирусловой зоны непосредственно у уреза воды. Положение сообщества позволяет обеспечивать корневые системы влагой на протяжении всего вегетационного периода. Почва аллювиальная луговая сырая.

ССП 3 находится на правом берегу р. Малая Сосьва у нижней части прирусловой зоны, под второй надпойменной террасой, координаты: 62°07'55" с.ш., 64°06'55" в.д. Почва аллювиальная луговая влажная, ее увлажнение обеспечивается в том числе за счет грунтовых вод, выходящих из-под террасы. В сообществе доминирует *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin.

ССП 4. Разнотравно-злаковое сообщество с доминированием *Hieracium umbellatum* L., *Equisetum pratense* Ehrh. и *E. arvense* L. Находится на левом берегу, в средней части прирусловой зоны, координаты: 62°08'00" с.ш., 64°06'55" в.д. Почва аллювиальная песчаная свежая.

СПП 5 заложена на левом берегу р. Малая Сосьва в ивняке травяном, с доминированием *Salix viminalis* и *Cacalia hastata* L., ее координаты: 62°07'35" с.ш., 64°06'20" в.д. Площадка удалена от русла на 62 м, посему здесь характерно ослабление седиментации.

СПП 6 находится в зрелой пойме на левом берегу р. Малая Сосьва и приурочена к ельнику мелкотравно-зеленомошному, ее координаты: 62°07'50" с.ш., 64°06'45" в.д. Древостой высотой 20-24 м и диаметром стволов 24-46 см имеет возраст 180-220 лет. В нем доминируют *Picea obovata* Ledeb., в примеси *Abies sibirica* Ledeb. и *Pinus sibirica* Du Tour. Кустарниковый ярус состоит из *Lonicera caerulea* L., *Rosa acicularis* Lindl. и *Ribes nigrum* L. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают представители мелкотравья, с доминированием *Oxalis acetosella* L. В мохово-лишайниковом ярусе доминируют типичные для таежных лесов зеленые мхи *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. и др., его проективное покрытие составляет 95%.

Территориальное положение площадок (высота над уровнем реки и расстояние от русла в межень) представлено в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика расположения СПП.

Параметр	СПП 1	СПП 2	СПП 3	СПП 4	СПП 5	СПП 6
Высота над уровнем реки в межень, м*	2,8-3,1	1,9-2,3	2,2-2,3	4,1-4,2	3,6	6,0
Расстояние от реки в межень, м	19	1,5	2,5	4	62	100

*Изменение высоты обусловлено седиментацией (прирост в период наблюдений) (см. табл. 3).

Характеристика экологических условий в период наблюдений

Расположение непосредственно в заповеднике метеостанции и гидропоста (кордон Хангокурт) позволило с большой точностью определить экологические условия развития растительных сообществ.

Анализ метеоданных показал существенные их различия по годам. В 1986 г. период активной вегетации, совпадающий с приходом зеленой весны, наступил 16 июня (данные о наступлении сезона взяты из летописей природы заповедника [1986-1988]). В 1987 г. зеленая весна пришла не намного раньше – 11 июня. В 1988 г. срок ее наступления зафиксирован 3 июня. Практически во всех случаях начало активной вегетации пришлось на спад половодья, которое таким образом, не влияло негативно на развитие пойменной растительности.

По данным метеостанции кордона Хангокурт лето 1986 г. было прохладным и дождливым. Средняя температура июня составила +11,2°C, июля +14,2°C, в августа +10,7°C, при среднемноголетних значениях соответственно +12,5°C, +15,8°C и +13,3°C [Природные режимы ..., 1977, с. 61]. При этом за летний период выпало 262 мм осадков, при норме 180 мм. В 1987 г. во все летние месяцы средняя температура была выше предыдущего года: в июне +13,1°C, в июле +18,2°C, в августе +12,4°C, за календарное лето выпало 178 мм осадков. 1988 г. оказался одним из самых жарких и засушливых. Средняя температура июня составила +13,4°C, июля +20,2°C, августа +13,5°C, при этом за календарное лето выпало лишь 127 мм осадков. Особенно примечательным стал июль этого года, в котором выпал лишь 31 мм осадков, а с 4 по 21 июля дождей не было вообще, что вызвало редкую для исследуемой территории засуху, а также повсеместные пожары.

Сложившиеся погодные условия представлены в табл. 2, подтверждающие описанные выше особенности.

Таблица 2. Характеристика метеорологических факторов в период активной вегетации, 1986-1988 гг.

Год	Сроки активной вегетации	Кол-во дней	Ср. t, °C	Сумма температур >0 °C	Сумма температур >5 °C	Общее кол-во ос., мм	Кол-во ос., мм/сут.
1986	16.06-13.08	59	13,2	781	486	194	3,28
1987	11.06-08.08	59	17,5	1033	738	148	2,50
1988	3.06-21.08	80	16,5	1324	924	108	1,35

Сокращения и обозначения: кол-во – количество, ср. t – средняя температура указанных периодов, ос. – осадки.

Примечание. Сроки активной вегетации определены по фенологическим периодам, взятым из летописей природы [1986-1988] (включают зеленую весну, раннее лето, полное лето).

Основные гидрологические параметры, взятые из наблюдений Хангокуртского гидропоста (расположен в 20 км южнее района исследований), также отражают своеобразие трех исследуемых сезонов. В 1986 г. максимальный подъем воды над 0 гидропоста составил 619 см (2 мая), половодье было кратковременным и уже в первой декаде мая вода упала ниже 2 м. Сопоставление гидрографа с СПП показало, что все площадки к этому времени вышли из под воды. Между тем из-за сильных дождей в 1986 г. в начале июля наблюдался летний паводок – вода поднималась выше 3 м, затопив СПП 2 (на 1,2 м), СПП 3 (на 1,1 м) и СПП 1 (на 0,5 м).

1987 г. был самым многоводным за период исследований – вода поднималась до 656 см над 0 гидропоста (11 мая), ее спад произошел в начале 3-й декады мая. Летом паводок не отмечен.

1988 г. оказался необычайно маловодным – весной вода поднималась лишь на 280 см (9 мая) и к концу мая уже наблюдался меженный уровень (ниже 1 м).

Основные характеристики затопления и седиментации даны в табл. 3. Из представленных сведений видно, что помимо поемности, существенным фактором, способным оказывать влияние на состояние сообществ, является мощный наилок. Интенсивные наносы зафиксированы в 1987 г., мощность которых напрямую связана с высотой и продолжительностью затопления поймы.

В целом особенность складывающихся условий в пойме р. Малая Сосьва в отличие от крупнейших водотоков (Обь, Иртыш) заключается в том, что спад воды в ней происходит, как правило, до начала вегетационного периода, не оказывая негативного влияния на развитие пойменных сообществ. Однако в многоводные годы высокое половодье способствует отложению мощных аллювиальных осадков на прирусловых гривах, обуславливающих задержку в развитии фитоценозов и отрицательно влияющих на их продуктивность, о чем будет сказано ниже.

Таблица 3. Основная характеристика поемности и аллювиальности на СПП в 1986-1988 гг.

№ СПП	Высота над 0 гидропоста Хангокурта, м			Высота весеннего затопления, м			Продолжит. весеннего затопления, дни			Высота летнего затопления, м			Продолжит. летнего затопления, дни			Мощность аллювиальных наносов, см		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988	1986	1987	1988
1	2,75	3,1	3,1	3,4	3,5	0	9	17	0	0,5	0	0	2	0	0	10	35	0
2	2,0	2,2	2,2	4,2	4,4	0,6	22	26	9	1,2	0	0	8	0	0	н/д	20	0
3	2,2	2,3	2,3	4,0	4,3	0,5	15	24	7	1,1	0	0	7	0	0	н/д	10	0
4	4,1	4,2	4,2	2,1	2,4	0	8	13	0	0	0	0	0	0	0	н/д	10	0
5	3,6	3,6	3,6	2,6	3,0	0	10	16	0	0	0	0	0	0	0	н/д	0	0
6	6,0	6,0	6,0	0,2	0,6	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	н/д	0	0

Сокращения: продолжит. – продолжительность, н/д – нет данных.

Примечание. В реальности летняя межень колеблется от 1 до 1,5 м. Исключением был сухой 1988 г., когда уровень воды в конце июля упал ниже 0,5 м. Таким образом, летом растительность на СПП 2 и СПП 3 может быть обеспечена почвенной влагой в течение длительного времени.

Методика определения продуктивности травяных сообществ

Для травяных сообществ оцениваемая здесь ежегодная продукция надземных частей растений совпадает с НФМ в конце периода активной вегетации, т.к. происходит (за некоторыми исключениями) ее полное возобновление в течение лета, с последующим отмиранием травостоя. Поскольку в статье речь идет, прежде всего, о скорости развития травостоя, обусловленной факторами внешней среды, то наряду с термином «продуктивность» широко используется словосочетание «прирост НФМ», соответствующее понятию продукции в представлении Н.И. Базилевич [1993, с. 8] и других отечественных и зарубежных авторов. Здесь продуктивность (прирост НФМ) оценивается как накопленная в течение года фитомасса.

Для определения продуктивности сообществ (ежегодного прироста НФМ) травостой обычно полностью скашивается с учетных площадок (УП) в период максимального накопления продукции надземных частей растений. Скашивание в нескольких повторностях позволяет проводить статистические расчеты.

Стоит, однако, отметить, что при описанном выше укосном методе наблюдается заметное влияние на сообщество. По этой причине была использована методика Н.Ф. Храмцовой [1974], позволяющая избегать прямого вмешательства в растительный покров на площадках. Выполнение работ состояло из четырех этапов.

1) Подсчет растений каждого вида на единице площади. В качестве счетной единицы использовали побеги, как наиболее устойчивые элементы. При их подсчете площадь делили на равновеликие УП (0,5×0,5 м), что давало возможность проводить статистическую обработку данных.

2) Определение массы побегов отдельных видов с ежегодным отбором проб в период максимального накопления фитомассы в сообществе. Обычно брали 10 проб по 5 или 10 побегов. Растения срезали вне УП. Таким образом, исследуемый участок оставался нетронутым, что позволяло проводить многократные исследования в одном и том же месте.

3) Определение НФМ отдельных видов. Этот показатель получали путем умножения количества побегов на УП на их массу, приведенную к одному побегу.

4) Определение НФМ фитоценоза на единице площади. Складывали НФМ каждого вида, входящего в сообщество.

Для определения общей продуктивности (за вегетационный период) учет проводили в период максимального нарастания фитомассы, который наступает в конце июля – первой половине августа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Связь продуктивности травяных сообществ с рельефом

Представленные в табл. 4 данные об общей продуктивности травяных сообществ отражают, прежде всего, существенные различия между СПП 1, 2, 3 и СПП 4, 5, 6. Для СПП 1, 2 и 3 минимальным значение ежегодного прироста НФМ было 344 г/кв.м, максимальное 858 г/кв.м. Для СПП 4, 5 и 6 максимум для травостоя не превышал 96 г/кв.м. Таким образом, разница по выделенным группам площадок составила от 3,5-9 крат и более.

Причины подобных различий, на наш взгляд, связаны с влагообеспеченностью сообществ. Высокопродуктивные осоковые и крупнозлаковые фитоценозы расположены в нижнем поясе поймы и грунтовые воды, подпитываемые рекой, продолжительное время находятся в пределах досягаемости корневых систем растений. Иные факторы (седиментация (за исключением СПП 1), осадки, температура) менее существенны. Подобный вывод можно также сделать из сравнения сообществ по годам. Выше было показано существенное отличие погодных условий: 1986 г. был прохладным и дождливым, 1988 г. наоборот жарким и засушливым. Тем не менее, сообщества на СПП 1 – СПП 3 сохраняли высокую продуктивность, а сообщества повышенных участков имели низкий прирост НФМ в течение трех лет. Таким образом, высокая продуктивность приречных сообществ обусловлена их связью с речными и подпитывающими их грунтовыми водами. Атмосферные осадки не обеспечивают в полной мере прирост фитомассы, независимо от складывающихся погодных условий в сезоне. В целом распределение продуктивности травяных сообществ закономерно возрастает в сторону понижения в рельефе – к влагонасыщенным поверхностям, с максимумом прироста НФМ в нижнем поясе поймы. Коэффициент корреляции с высотой над уровнем реки по годам колеблется от -0,72 до -0,85 и может отражать высокую степень сопряженности с рельефом – главным фактором распределения почвенной влаги. Наименьшее значение (-0,72) отмечено в 1986 г., наибольшее (-0,85) в 1987 г., в 1988 г. оно составило -0,76. Проверка данных в программе Statistica (оценка результатов расчета по t-критерию Стьюдента) показала однако отсутствие выраженной связи продуктивности с рельефом для 1986 г. (уровень значимости $p > 0,05$). Между тем для 1987 г. и 1988 г. уровень значимости (p) составил соответственно 0,035 и 0,038, что позволяет утверждать о зависимости прироста НФМ от рельефа. При всем выше сказанном относительно связи продуктивности с исследуемым экологическим фактором стоит подчеркнуть, что для более очевидного доказательства требуется больший объем выборки, соответственно необходимы дополнительные исследования. Вторым важным обстоятельством, обуславливающим подтверждение выше описанной тенденции, является необходимость изучения распределения в рельефе увлажнения, от которого собственно и зависит прирост фитомассы, однако эта работа требует проведения регулярных прямых измерений, либо соответствующего технического оснащения, в частности использования дайверов (автоматических датчиков определения глубины затопления). В оценке продуктивности необходимо также учитывать биотические факторы, прежде всего это касается влияния на травостой верхних ярусов в кустарниковых и лесных сообществах (СПП 5, 6). Затенение ими поверхности может существенно понижать интенсивность накопления фитомассы.

Разногодичная динамика продуктивности травяных сообществ

Ниже даны сведения о влиянии основных экологических факторов на изменение продуктивности травяных сообществ по годам. В их числе седиментация, поемность, положение в рельефе (от него зависит увлажнение), также осадки и температура.

Поскольку большинство площадок расположено вблизи речного русла, логично предположить влияние на продуктивность седиментации. Однако ее негативное воздействие в целом может сказываться лишь при мощности наилка свыше 1-2 см [Работнов, 1985]. В действительности наши данные показывают отсутствие выраженного влияния даже при 10-сантиметровых наносах. Проследить воздействие седиментации на травостой можно на примере СПП 1 (табл. 4). В 1986 г. на ней отмечено максимальное значение прироста НФМ (858 г/кв.м) при наносах в 10 см. В 1987 г. произошло замещение сообщества из *Phalaroides arundinacea* на *Bromopsis inermis* при 3-кратном падении прироста НФМ на фоне 35-сантиметрового наилка. В 1988 г. продуктивность вновь возросла при отсутствии затопления и наносов. Таким образом, по трем годам исследований проявился «провал» прироста фитомассы из-за мощного отложения аллювия. Стоит здесь подчеркнуть, что седиментация, как правило, имеет положительную корреляцию с высотой и продолжительностью затопления, что усиливает негативное влияние фактора на сообщества в поймах крупнейших рек, таких как Обь [Тюрин, 2002]. Однако вода на Малой Сосьве спадает к началу вегетации, обуславливая преимущественно сохранение влияния наилка.

Падение НФМ, вероятно также связанное с седиментацией, отмечено и на СПП 2 (мощность наносов в 1987 г. составила 20 см), но оно было менее существенным. Для других сообществ снижения продуктивности в многоводный 1987 г. не отмечено.

Таблица 4. Продуктивность травяных сообществ на СПП в 1986-1988 гг., г/кв.м в год.

№ СПП	Сообщество	Год			ср.	V
		1986	1987	1988		
1	<i>Phalaroides arundinacea</i> (1986) / <i>Bromopsis inermis</i> (1987-1988)	858±88	289±35	511±35	553	51,9
2	<i>Carex acuta</i>	648±69	420±46	555±26	541	21,2
3	<i>Calamagrostis purpurea</i>	374±25	512±36	344±26	410	21,8
4	<i>Hieracium umbellatum</i> + <i>Equisetum pratense</i>	95±6,7	84±6,3	66±4,0	82	17,7
5	<i>Salix viminalis</i> – <i>Cacalia hastata</i>	96±7,8	78±6,3	81±8,3	85	11,6
6	<i>Picea obovata</i> – <i>Oxalis acetosella</i>	32±1,9	44±2,6	56±2,5	44	27,6

Коэффициент вариации: $V = \sigma/M, \%$.

Помимо весеннего половодья, в 1986 г. наблюдался летний паводок, обуславливающий кратковременное затопление СПП 1, 2 и 3. Очевидно, он оказывал положительное влияние на *Phalaroides arundinacea*, который обладает высокой продуктивностью (в этот год она составила 858 г/кв.м) и большой устойчивостью к затоплению. Также значительный прирост НФМ в первый сезон зафиксирован в сообществе осоки острой – 648 г/кв.м. Между тем в 1986 г. продуктивность сообщества из *Calamagrostis purpurea* оказалась относительно невысокой, что, вероятнее всего, связано со спецификой вида – это растение плохо выдерживает затопление. СПП 4, 5 и 6 в летний период не затоплялись, весеннее же половодье вряд ли существенно сказалось на развитии растений. В течение всего вегетационного периода грунтовые воды находились на этих площадках на большой глубине, и водное питание растений поддерживалось почти исключительно за счет атмосферного увлажнения.

Влияние атмосферных осадков в целом не существенно для прироста НФМ по сравнению с грунтовыми водами. Для 3-х лет исследований продуктивность сообществ на СПП 4, 5, 6 сохранялась на низком уровне, тогда как СПП 1, 2, 3 она была высокой. Анализируя разногодичную динамику продуктивности, можно констатировать следующее. Из пары взаимосвязанных факторов (температура и осадки) прослеживается слабая, но положительная корреляция с осадками. В прохладный и дождливый 1986 г., на 4-х из 6-ти площадок (СПП 1, 2, 4, 5) продуктивность была максимальной. В засушливый и жаркий сезон 1988 г. годовой прирост фитомассы заметно снизился на СПП 3 и 4. Безусловно, стоит учитывать влияние иных факторов (поемности, седиментации, а для травостоя на СПП 5 и 6 также затенение древостоем). В этой связи наиболее показательной в контексте влияния погодных условий является СПП 4, расположенная на открытом месте и вне досягаемости грунтовых вод, также в отсутствии мощных наилок. Для нее отмечена четкая тенденция уменьшения прироста НФМ с 1986 по 1988 гг. на фоне снижения количества осадков. Таким образом, осадки оказывают в основном положительную роль, хотя не столь важную в сравнении с грунтовыми водами.

Весьма неожиданным для нас явилось отсутствие выраженного отрицательного влияния на продуктивность температуры и засухи 1988 г. В этот год проявилось сочетание низкого половодья, небольшого количества осадков и высокой температуры (табл. 2, 3). Несмотря на то, что в период с 14 июня по 12 августа выпало лишь 34 мм осадков (0,57 мм/сут.) при средней температуре +17,4°C, притом, что с 4 по 21 июля осадки не выпадали вовсе, ни на одной СПП не отмечено существенного падения продуктивности. Даже на СПП 4, на которой растения не связаны с грунтовыми водами, прирост НФМ в этот сезон снизился по сравнению с влажным 1986 г. лишь в 1,4, по сравнению с 1987 г. в 1,3 раза. На СПП 1, 2, 3, 5 падение было менее существенным. На СПП 6 продуктивность травяного яруса в 1988 г. оказалась максимальной. Благоприятным для травостоя на ней мог оказаться микроклимат под темнохвойным пологом. Таким образом, представленные данные по погодным условиям трех сезонов показали, что все травяные сообщества проявляют высокую устойчивость к их изменению.

В целом трехлетние наблюдения отразили относительную стабильность травяных сообществ по приросту НФМ – коэффициент вариации (V), за исключением СПП 1, не превышал 28% (табл. 4). Стабильность сообществ, проявляющаяся в слабой вариации их продуктивности по годам и устойчивом видовом составе, может нарушаться лишь значительным воздействием седиментации (СПП 1). Метеофакторы (температура, осадки), как показали наши исследования, оказывают меньшее влияние на флуктуацию сообществ, несмотря на контрастные по погоде сезоны. Также характерна тенденция к уменьшению устойчивости высокопродуктивных монодоминантных травяных сообществ. За трехлетний период наблюдений проявилась прямая корреляция прироста фитомассы и

V (показателя неустойчивости), однако она была относительно слабой (коэффициент корреляции 0,55), при уровне значимости (p) 0,042. Тенденция уменьшения стабильности прироста НФМ по годам для монодоминантных сообществ может объясняться не столько их составом (нередко видовое разнообразие оценивается как фактор устойчивости), сколько положением в рельефе – на пониженных участках, где преобладают монодоминантные фитоценозы, усиливается возмущающее действие седиментации и поемности. Разнообразие же на наш взгляд является производным показателем от продуктивности, о чем будет сказано ниже. Следует, однако, подчеркнуть что для сообществ пониженных участков пойм крупнейших рек, в частности поймы Оби показатель V заметно выше, что объясняется более выраженным воздействием фактора поемности, который слабо проявляется в пойме р. Малая Сосьва. Расчет по опубликованным нами данным трехлетних наблюдений [Тюрин, 2002] показывает, что V для осоковых фитоценозов колеблется от 35% до 50% и вариация оценивается как сильная, заметно превышающая таковую для остроосочника поймы Малой Сосьвы (21,2%).

Подводя итоги анализу продуктивности травяных сообществ поймы р. Малая Сосьва, можно констатировать, что для прироста НФМ определяющее значение имеет увлажнение почвы, поддерживаемое грунтовыми водами, связанными с р. Малая Сосьва. Половодье (за некоторыми исключениями) не лимитировало прирост фитомассы в период наблюдений, так как заканчивалось до начала периода активной вегетации.

Продуктивность травяных сообществ и биоразнообразие

Для оценки структуры сообществ использовано два основных критерия (табл. 6): индекс доминирования (D) и индекс разнообразия (полидоминантности) Симпсона (1/c). Эти показатели имеют обратную зависимость – с увеличением доли доминанта разнообразие падает и наоборот.

Полученные данные отразили снижение видового разнообразия с ростом продуктивности. Высокопродуктивные сообщества являются монодоминантными и олигодоминантными (D >60%), сформированными, как правило, 1-2 видами (табл. 5). При снижении продуктивности индекс доминирования заметно падает. Для разнотравного сообщества (СПП 4) D <40%, для травостоя на СПП 6 – D <33%, при этом количество видов, формирующих покров, возрастает до 5-8. Вместе с тем у данной закономерности есть исключение, характерное для СПП 5, на которой при низком значении НФМ проявляется выраженное доминирование *Cacalia hastata* – D 77-98%, однако количество видов в травяном ярусе заметно выше по сравнению с высокопродуктивными монодоминантными сообществами и является максимальным для травостоя среди обследованных площадок.

Для высокопродуктивных сообществ индекс разнообразия (полидоминантности) 1/c не превышал 1,9. В полидоминантном разнотравном сообществе (СПП 4) этот показатель колебался от 3,9 до 11,8 (в среднем 6,6). Относительно низкое его значение в 1986 г. обусловлено в т.ч. неполным набором видов в пробах (в частности не были разделены по видам хвощи). Высокое разнообразие зафиксировано и на СПП 6 – 4,6-5,4 (в среднем 5,2). Исключение из описанного правила также связано с СПП 5 – при приросте НФМ в 78-96 г/кв.м индекс разнообразия оказался сходным с высокопродуктивными сообществами.

Обратная зависимость разнообразия и продуктивности прослеживается и в пойме Оби [Тюрин, 2013]. Однако для нее возмущающий фактор половодья обуславливает заметный разброс значений – в отдельные годы в полидоминантных сообществах продуктивность может достигать значительных величин, между тем в неблагоприятные годы продуктивность монодоминантных сообществ заметно падает.

Таблица 5. Видовая структура прироста НФМ травостоя на СПП в 1986-1988 гг., г/кв.м в год.

№ СПП	Вид	Год, НФМ			
		1986	1987	1988	ср.
1	<i>Phalaroides arundinacea</i>	692,50±84,64	0	0	230,83
	<i>Carex acuta</i>	165,26±24,22	0	0	55,09
	<i>Bromopsis inermis</i>	0	289,10±34,95	510,73±34,82	266,61
2	<i>Carex acuta</i>	607,79±69,02	399,69±45,54	519,61±25,00	509,03
	<i>Calamagrostis purpurea</i>	40,61±6,96	20,78±3,81	35,44±6,60	32,28
3	<i>Calamagrostis purpurea</i>	264,03±22,32	316,50±27,30	259,01±24,64	279,85
	<i>Carex acuta</i>	110,21±12,25	195,25±23,63	85,13±9,39	130,20
4	<i>Equisetum arvense</i> + <i>E. pratense</i>	23,86±2,47	26,68±3,38	–	25,27
	<i>Equisetum arvense</i>	н/д	н/д	4,54±1,20	4,54

	<i>Equisetum pratense</i>	н/д	н/д	9,12±1,03	9,12
	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	10,26±1,19	12,35±2,20	14,07±1,63	12,23
	<i>Vicia cracca</i> L.	9,84±3,27	13,83±3,04	8,44±2,10	10,71
	<i>Solidago virgaurea</i> L.	14,55±2,23	10,25±2,14	13,38±1,96	12,71
	<i>Hieracium umbellatum</i>	36,40±4,64	20,70±3,18	16,79±1,66	24,63
5	<i>Equisetum pratense</i>	2,32±0,43	2,86±0,48	3,12±0,46	2,77
	<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl	н/д	8,10±4,13	3,75±1,72	5,93
	<i>Ranunculus repens</i> L.	н/д	2,37±0,74	1,00±0,22	1,69
	<i>Adoxa moschatellina</i> L.	н/д	4,5±1,11	0,43±0,09	2,47
	<i>Cacalia hastata</i>	93,99±7,76	60,27±4,54	72,49±8,11	75,58
6	<i>Equisetum pratense</i>	10,40±1,31	10,41±1,32	17,67±0,89	12,83
	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	4,15±0,77	5,12±1,02	4,88±0,78	4,73
	<i>Calamagrostis purpurea</i>	6,74±0,89	8,31±1,52	16,23±2,00	10,43
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	1,91±0,35	1,77±0,27	2,78±0,36	2,15
	<i>Stellaria bungeana</i>	2,36±0,35	4,08±0,37	4,35±0,47	3,60
	<i>Rubus arcticus</i> L.	2,30±0,32	2,20±0,39	2,42±0,41	2,31
	<i>Oxalis acetosella</i> L.	3,72±0,26	11,60±1,05	6,52±0,59	7,28
	<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	н/д	0,64±0,21	0,94±0,36	0,79

Сокращение: н/д – нет данных

Таблица 6. Показатели доминирования и разнообразия травяных сообществ.

№ СПП	Сообщество	Год, индексы									Усредненные (общие) данные			
		1986			1987			1988			D	1/c	S	Sc
		D	1/c	S	D	1/c	S	D	1/c	S				
1	<i>Phalaroides arundinacea</i> (1986) / <i>Bromopsis inermis</i> (1987-1988)	80,7	1,45	2	100	1,00	1	100	1,00	1	93,6	1,15	1,3	3
2	<i>Carex acuta</i>	93,7	1,13	2	95,1	1,10	2	93,6	1,14	2	94,0	1,13	2,0	3
3	<i>Calamagrostis purpurea</i>	70,6	1,71	2	61,8	1,89	2	75,3	1,59	2	68,2	1,76	2,0	9
4	<i>Hieracium umbellatum</i> + <i>Equisetum pratense</i>	38,4	3,90	5	24,7	6,65	5	25,3	11,78	6	30,2	6,63	5,3	11
5	<i>Salix viminalis</i> – <i>Cacalia hastata</i>	97,6	1,05	2	77,2	1,63	5	89,7	1,53	5	88,2	1,40	4,0	16
6	<i>Picea obovata</i> – <i>Oxalis acetosella</i>	32,9	5,01	7	26,3	5,36	8	31,7	4,61	8	29,3	5,17	7,7	8

Показатели:

Индекс доминирования: $D = n/N \times 100$, где n – НФМ доминанта, N – НФМ сообщества.Индекс разнообразия (полидоминантности) Симпсона [Одум, 1986, с. 133]: $1/c = 1/\sum(n_i/N)^2$, где n_i – доля в НФМ i -го вида, N – НФМ сообщества. S – количество учтенных видов, Sc – общее количество видов трав в сообществе.

ВЫВОДЫ

1. Для поймы Малой Сосьвы в отличие от пойм крупнейших рек не проявляется выраженное негативное воздействие весеннего половодья на продуктивность травяных сообществ, т.к. оно заканчивается до начала вегетационного периода. Ограничение прироста НФМ, опосредованно связанного с половодьем, отмечается лишь в отдельных случаях, когда оно обуславливает отложение мощного аллювия на прирусловых гривах (СПП 1). Вместе с тем половодье на его спаде, а также летний паводок оказывают на продуктивность фитоценозов низкого пояса положительное влияние, поддерживая поверхностные и грунтовые воды на уровне, позволяющем обеспечивать в достатке растения влагой.

2. Приведенные данные отражают определяющее значение увлажнения для продуктивности травяных сообществ, тесно связанного с рельефом – в целом происходит увеличение прироста НФМ от повышенных участков к речному руслу. Прямая зависимость продуктивности от влагонасыщенности является специфичной для поймы р. Малая Сосьва в сравнении с поймами крупнейших рек (Оби, Иртыша), для которых характерно нормальное распределение прироста фитомассы от повышенных участков к понижениям, с максимумом прироста НФМ в среднем поясе.

3. Анализ продуктивности по годам отразил отсутствие существенного влияния осадков и температуры на прирост НФМ. Однако для большинства сообществ проявляется тенденция к росту продуктивности в прохладный и дождливый сезон, характерный для 1986 г.

4. Для поймы Малой Сосьвы в отличие от поймы Оби прирост НФМ более стабильный, что связано с отсутствием возмущающего фактора поемности в вегетационный период. Коэффициент вариации по годам (за исключением СПП 1) не превышал 28%. Метеофакторы (температура, осадки) оказывают менее существенное влияние на флуктуацию.

5. Для травяных сообществ характерна обратная зависимость прироста НФМ и биоразнообразия – с возрастанием фитомассы разнообразие снижается. Подобная закономерность отмечена и для поймы Оби, однако для поймы Малой Сосьвы она прослеживается более четко.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает признательность своему учителю и руководителю темы М.И. Гаврилову за организацию исследований, их научное обоснование и предоставленную возможность принять участие в сборе, обработке и анализе данных. Также автор благодарит А.Л. Васину и всех сотрудников заповедника за оказанную помощь в предоставлении материалов и помощь в проведении исследований. Особая благодарность сокурсницам О. Маракулиной и Н. Мархель за коллективную работу в полевых условиях и яркие воспоминания.

ЛИТЕРАТУРА

- Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
- Гаврилов М.И. Растительный покров Кондо-Сосьвинского Приобья и его отображение на крупномасштабной геоботанической карте: (на примере заповедника "Малая Сосьва"): автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.05 / АН СССР. Урал. отд-ние. ИЭРиЖ. Свердловск, 1990. 22 с.
- Заповедник «Малая Сосьва» // Заповедники России. Заповедники Сибири. Т. I. М.: Логата, 1999. С. 28-47.
- Ильина И.С. Вопросы географии растительности темнохвойной тайги Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. Новосибирск: Наука, 1981. №4. С.120-128.
- Лапшина Е.И. Лесная растительность Сосьвинского Приобья // Природа тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 3-22.
- Лапшина Е.И. География растительного покрова Сосьвинского Приобья // Сосьвинское Приобье (очерки природы и хозяйства). Иркутск: Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1975. С. 278-352.
- Летопись природы. Кн. 10. 1986 г. Советский: Гос. заповедник «Малая Сосьва», 1987. 236 с.
- Летопись природы. Кн. 11. 1987 г. Советский: Гос. заповедник «Малая Сосьва», 1988. 199 с.
- Летопись природы. Кн. 12. 1988 г. Советский: Гос. заповедник «Малая Сосьва», 1989. 198 с.
- Лёзин В. А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. Справочное пособие. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с.
- Одум Ю. Экология: В 2-х т. Т. 2. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 376 с.
- Природные режимы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 303 с.
- Работнов Т.А. Экология луговых трав. М.: МГУ, 1985. 176 с.
- Скулкин И.М. Состав и продуктивность основных луговых сообществ низовьев Оби // Флора и растительность эталонных и охраняемых территорий. Свердловск: Изд-во АН СССР, 1986. С. 133-139.
- Скулкин М.И. Продуктивность пойменных лугов и ее динамика // Природа поймы нижней Оби. Наземные экосистемы. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. Т. 1. С. 76-91.
- Тюрин В.Н. Травяные сообщества поймы Оби и оценка их продукционного потенциала // Биологические ресурсы и природопользование: Сб. науч. тр. Сургут: Дефис, 2002. Вып. 5. С. 3-23.
- Тюрин В.Н. Результаты длительных наблюдений за динамикой продуктивности травяных сообществ прибрежных отмелей (Сургутский участок реки Оби) // Изв. Самарского науч. центра РАН, 2017. Т. 19, №2(3). С. 570-577.
- Тюрин В.Н. Продуктивность травяных сообществ поймы Оби и ее связь с гидрологическим режимом (профиль под Барсовой Горой в окрестностях Сургута) // Ботаника в современном мире. Тр. XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18-23 июня 2018 г.). Т.2. Геоботаника. Ботаническое ресурсосведение. Культурные растения. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С 141-145.
- Храмцова Н.Ф. Статистический метод определения биопродуктивности травяных ценозов // Бот. журн., 1974. №6. С. 815-825.
- Шепелева Л.Ф. Структурно-функциональная организация луговых фитоценозов поймы // Биологические ресурсы поймы Средней Оби: динамика и прогноз / Под ред. А.М. Адама. Томск: НИИББ при Томском ун-те, 1996. С. 75-109.
- Tyurin V.N. The limitation of diversity in highly productive communities by the example of floodplain meadows (The Ob River, Western Siberia) // 56th Symposium of the International Association for Vegetation Science "Vegetation patterns and their underlying processes": abstracts: 26-30 June 2013. Tartu, Estonia, 2013. P. 250.

THE EXPERIENCE OF ESTIMATING THE ABOVEGROUND PRODUCTIVITY
DYNAMICS OF GRASS COMMUNITIES IN THE MALAYA SOSVA RIVER FLOODPLAIN
(NATURE RESERVE «MALAYA SOSVA»)
TAKING INTO ACCOUNT WEATHER, CLIMATE AND HYDROLOGICAL FEATURES

Tyurin V.N.

This article is devoted to assessing the productivity of grass communities in the Malaya Sosva River floodplain (Reserve "Malaya Sosva"). The three-year studies (1986-1988) at six sample plots (SP) were conducted. The main goal was to evaluate the productivity and its relationship with hydrological and meteorological factors. The method of N.F. Khrantsova was used [1974], which allows to avoiding disturbance of vegetation on the SP, as well as performing statistical data processing. The obtained results reflected the close relationship of productivity with soil moisture, connecting to the position in the relief – aboveground biomass increases to the Malaya Sosva River. At the same time, the increase in biomass has a weak relationship with meteorological factors (temperature and precipitation), despite the weather contrasting seasons. The grass communities show relative stability by significant fluctuations in hydrological and weather conditions in different years. There is an inverse correlation between productivity and biodiversity. A similar trend was observed for the flood plain of the Ob River. But there is a significant range of values in the Ob River floodplain due to the extended flooding.

Key words: Malaya Sosva River floodplain, Western Siberia, productivity of grass communities, hydrological and meteorological factors, dynamics by years, biodiversity.

Citation: Tyurin V.N. 2018. The experience of estimating the aboveground productivity dynamics of grass communities in the Malaya Sosva River floodplain (Nature Reserve "Malaya Sosva") taking into account weather, climate and hydrological features // Environmental dynamics and global climate change. V. 9. № 2. P. 17-27.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17816/edgcc10204>

Поступила в редакцию: 16.03.2018
Переработанный вариант: 15.08.2018