

УДК 502; 504.54:519.876; 504.064.2:001.18

**ВЛИЯНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ВИДОВ ТРАВЯНЫХ РАСТЕНИЙ
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЙМЕННОГО ЛУГА**

Михайлова С.И., Мазуркин П.М.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

Приведены закономерности влияния топографических и почвенных условий прирусловых территорий на пространственную структуру видового состава трав и продуктивность пойменных лугов.

Ключевые слова: травяные растения, пойменный луг, видовое разнообразие, закономерности распределения

**EFFECT OF SPECIES DIVERSITY OF HERBAL PLANTS THE DISTRIBUTION
OF THE PRODUCTIVITY OF FLOODPLAIN MEADOWS**

Mikhailova S.I., Mazurkin P.M.

Mari State Technical University, Ioshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

We present regularities of the influence of topographic and soil conditions riverine areas in the spatial structure of species composition of grasses and productivity of floodplain meadows.

Keywords: herbal plants; floodplain meadows; species diversity; patterns of distribution.

В России происходит постепенный переход на адаптивно-ландшафтные системы земледелия, обеспечивающие уменьшение стока воды в 1,5–2,0 раза и смыв почвы в 3–8 раз, повышение урожайности культур на 25–30% и рентабельности сельскохозяйственного производства на 8–20%.

Эти системы должны включать рациональное использование не только пахотных земель, но также лугов, защитных насаждений и иных компонентов ландшафта. Однако в настоящее время большой прогресс достигнут в разработке научных основ создания искусственных агроэкосистем, формирующихся на пахотных землях, принцип и методов управления их функционированием [1]. В то же время значительно меньше исследований посвящено

изучению особенностей функционирования таких экосистем как пойменные луга малых рек, роль которых в снабжении животноводства кормами трудно переоценить, особенно в условиях переживаемого страной экономического кризиса.

Цель статьи – выявление закономерностей влияния топографических и почвенных условий прирусловых территорий на пространственную структуру видового состава трав и продуктивность пойменных лугов.

Виды травяных растений были изучены по трем створам на правой стороне реки Ировка Республики Марий Эл с закладкой пробных площадок размерами 2,0×2,0 м (табл. 1 и рис. 1) на прирусловом пойменном лугу в черте деревни Яндемирово.

Таблица 1

Результаты измерений массы травяных проб с площадки 2×2 м после срезки, г

Дата	Время <i>t</i> , сутки	Виды травяных растений							Всего
		Белоус	Ромашка	Мать и мачеха	Тысяче- листник	Клевер	Хвощ	Подорожник	
28.07	0	940	320	535	195	165	55	35	2245
29.07	1	750	170	400	120	90	32	20	1562
30.07	2	620	140	270	80	65	20	10	1205
01.08	4	510	105	145	75	50	15	10	910
03.08	6	410	85	110	60	45	15	10	735
10.08	13	370	85	110	60	45	15	10	685
17.08	20	350	80	110	60	45	15	10	670
24.08	27	350	80	110	60	45	15	10	670
06.09	40	350	80	110	60	45	15	10	670

Моделирование выполнено законом вида

$$m_t = m_{вз} \exp(-a_1 t^{a_2}) + m_c, \quad (1)$$

где m_t – масса всех видов растений в траве или по отдельным видам, г; $m_{вз}$ – масса влаги, содержащейся в срезанной свежей траве, г; m_c – масса сухой травы или готового

сена, г; t – время сушки в атмосферном воздухе под навесом, сутки.

Как пример на рис. 2 показан график изменения массы всех видов расте-

ний с 4 м^2 пробной площадки по первому створу на правой стороне речной поймы по биотехнической закономерности вида

$$m_t = 1574,4065 \exp(-0,5703t^{0,90081}) + 670,4252. \quad (2)$$

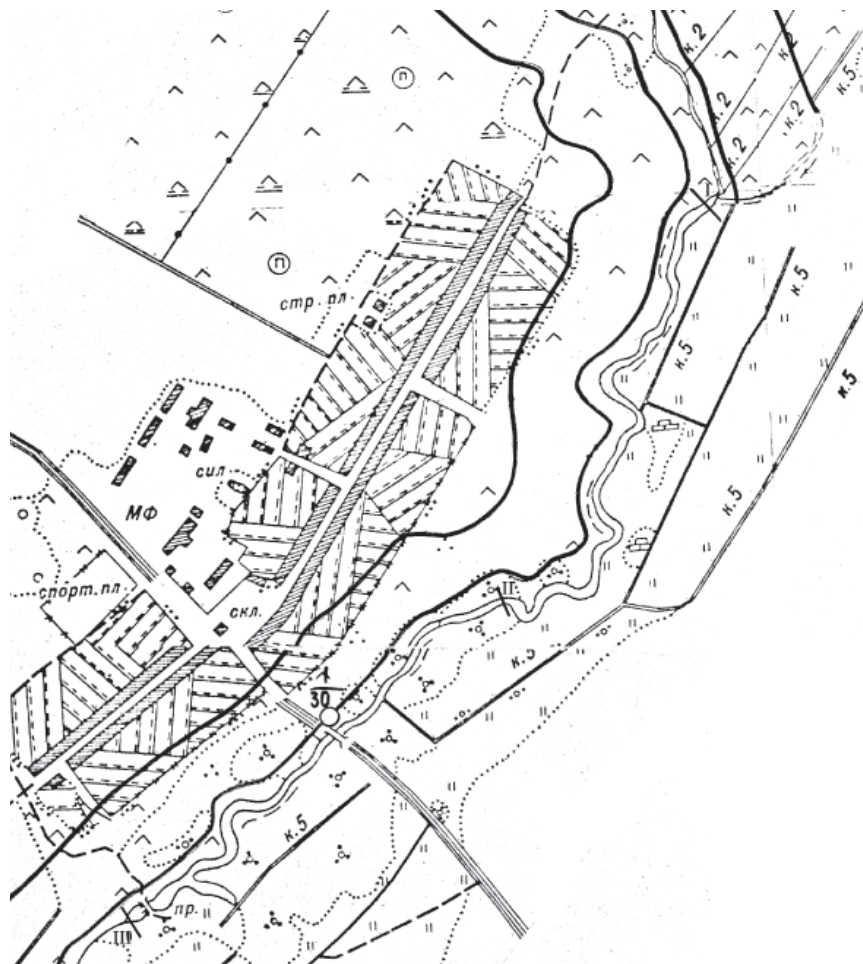


Рис. 1. Река Ировка в черте деревни Яндемирово Республики Марий Эл (I, II, III – створы реки)

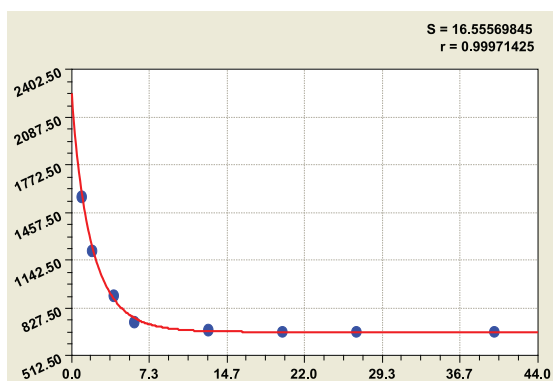


Рис. 2. График и остатки от модели (2)

На рис. 2 приведены в правом верхнем углу следующие обозначения:

S – сумма квадратов отклонений от формулы (2);

r – коэффициент корреляции, показывающий тесноту связи формулы (2) с экспериментальными точками на рис. 2.

Коэффициент корреляции 0,9997 очень высок и поэтому уравнение (2) характеризуется сильной факторной связью.

Поэтому предложенная методика анализа динамики сушки луговых растений и других видов биологических проб вполне может быть применена и для сортировки травы по отдельным видам растений.

В дальнейшем волновые составляющие в этой статье не учитываются. Для их анализа необходимы высокоточные измерения массы с погрешностью не более $\pm 0,0005$ г.

В табл. 2 приведены итоговые данные и параметры двухчленной статистической модели (2), в которой первая составляющая показывает динамику массы воды в траве.

Таблица 2

Масса срезанной травы с пробных площадок размерами 2×2 м

Вид травяных растений	Факт $m_{ф}$, г	Расчет m , г	Ранг вида	Составляющие (2), г		Параметры модели	
				Сено m_c	Влага $m_{вл0}$	a_1	a_2
<i>Первый гидрометрический створ</i>							
Белоус	940	940,2	1	351,3	588,9	0,39787	0,91989
Ромашка	320	319,8	3	79,8	240,0	0,94639	0,64031
Мать и мачеха	535	534,8	2	109,2	425,6	0,37898	1,35412
Тысячелистник	195	195,3	4	60,6	134,6	0,86632	0,92799
Клевер	165	165,0	5	44,9	120,1	0,97820	0,86720
Хвощ	55	55,0	6	15,0	40,0	0,85330	1,28761
Подорожник	35	35,3	7	9,8	25,5	1,09811	1
Всего	2245	2244,8	0	670,4	1574,4	0,57027	0,90081
<i>Второй гидрометрический створ</i>							
Белоус	2300	2303,2	1	719,7	1583,5	0,24841	0,95572
Клевер	465	465,7	2	142,7	323,0	0,61901	0,94889
Одуванчик	52	52,2	3	9,7	42,4	1,35431	1
Подорожник	22	22,1	4	4,9	17,2	1,33088	1
Всего	2829	2843,1	0	875,8	1967,4	0,32438	0,87795
<i>Третий гидрометрический створ</i>							
Белоус	710	710,6	1	192,1	518,5	0,47105	1,04908
Нивяник обыкн.	85	84,8	4	19,4	65,4	0,68807	0,56124
Ромашка	70	70,0	5	19,8	50,1	1,57086	0,64168
Клевер	185	185,4	2	30,9	154,5	0,72374	0,56612
Тысячелистник	145	145,0	3	40,1	104,9	0,97894	0,93854
Всего	1195	1195,5	0	306,1	889,4	0,61712	0,87695

Распределение видов травяных растений по массе. Из статистической экологии [4] известно, что в ранговом распределении, например видов в биотопе, наилучшим является случай, когда за нулевой ранг принимается значение показателя по сумме видов. По массе проб травы с пробной площадки в 4 м², после рассортировки травы по видам растений так и получилось – общая закономерность имеет формулу

$$m_r = m_{r=0} \exp(-a_1 r^{a_2}) \pm m_{r=\infty}, \quad (3)$$

где m_r – ранговое распределение видов травяных растений по массе, г; $m_{r=0}$ – общая масса всех видов растений в пробе, г; $m_{r=\infty}$ – масса неучтенных видов растений в пробе, г; r – ранг вида растения в пробе $r = 0, 1, 2, 3, \dots$, или рейтинговое место $i = 1, 2, 3, \dots$, по массе сырой или сухой пробы травы, а также по массе влаги.

Для первого створа были получены уравнения (рис. 3):

$$\text{сырая трава} \quad m_r = 2296,3303 \exp(-0,84318r^{0,69122}) - 51,1175; \quad (4)$$

$$\text{сухая трава} \quad m_{cr} = 638,8185 \exp(-0,71948r^{1,37926}) + 32,8366; \quad (5)$$

$$\text{масса влаги} \quad m_{вр} = 1835,4548 \exp(-0,75175r^{0,47694}) - 261,3975. \quad (6)$$

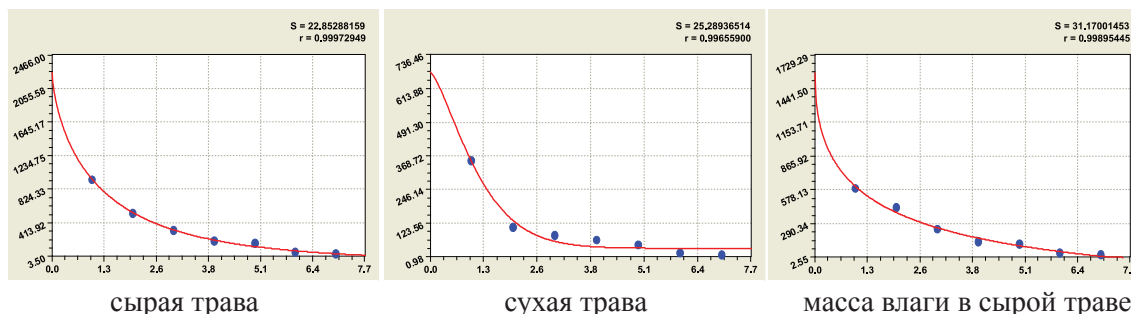


Рис. 3. Графики рангового распределения массы по видам растений в пробе травы на правой стороне первого гидрометрического створа реки Ировка

Знак свободного члена меняется. Отрицательный знак показывает потенциальные возможности у конкретного видового состава растений на данной пробной площадке. Поэтому можем сделать вывод о том,

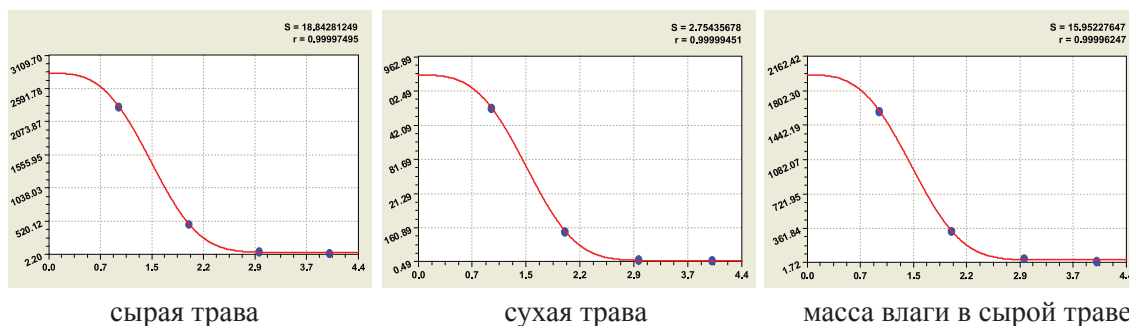
На втором створе картина иная (рис. 4), хотя формулы аналогичны:

$$\text{сырая трава} \quad m_r = 2794,1461 \exp(-0,21016r^{3,15373}) + 35,0831; \quad (7)$$

$$\text{сухая трава} \quad m_{cr} = 869,0147 \exp(-0,19811r^{3,22701}) + 6,8171; \quad (8)$$

$$\text{масса влаги} \quad m_{Br} = 1939,3545 \exp(-0,22094r^{3,09057}) + 28,2491. \quad (9)$$

что по сырой массе и массе влаги имеются резервы повышения продуктивности пойменного луга. Из-за влияния высоты берега есть дефицит влаги $261,4/4 = 65,35 \text{ г/м}^2$ или же на $100 \times 261,4/1574,4 = 16,60\%$.



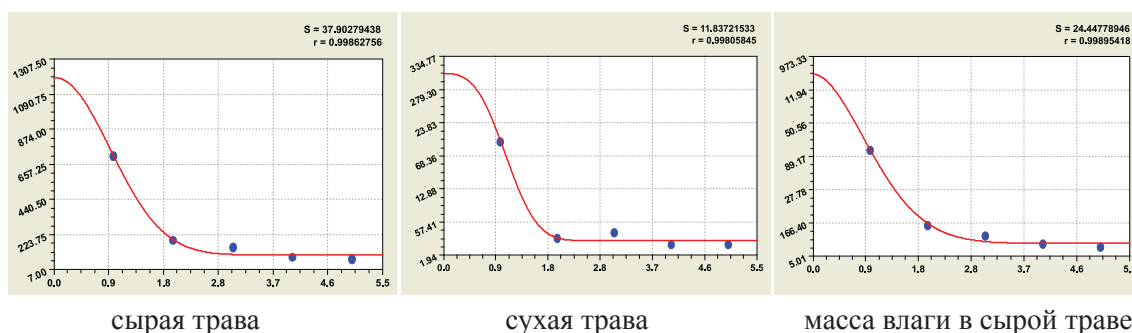
сырая трава сухая трава масса влаги в сырой траве
Рис. 4. Графики рангового распределения массы по видам растений в пробе травы на правой стороне второго гидрометрического створа реки Ировка

Третий створ характеризуется уравнениями (рис. 5):

$$\text{сырая трава} \quad m_r = 1098,5251 \exp(-0,58576r^{2,06599}) + 96,9290; \quad (10)$$

$$\text{сухая трава} \quad m_{cr} = 279,6683 \exp(-0,52362r^{2,98152}) + 26,4319; \quad (11)$$

$$\text{масса влаги} \quad m_{Br} = 821,8558 \exp(-0,60678r^{1,83102}) + 68,1443. \quad (12)$$



сырая трава сухая трава масса влаги в сырой траве
Рис. 5. Графики рангового распределения массы по видам растений в пробе травы на правой стороне третьего гидрометрического створа реки Ировка

Из графиков видно, что каждый створ имеет свой «характер». Он определяется параметрами a_1 и a_2 модели типа (3). Из их значений в предыдущих формулах видно, что первый створ быстрее по массе убывает среди видового разнообразия, но все же имеет семь видов растений. Второй створ имеет наименьшее количество видов – пять, но с низкой активностью убывания массы. Третий створ является средним среди других.

Нагляднее сравнение видно из двумерных графиков на рис. 6.

Таким образом, поведение травяных растений вполне можно изучать по динамике сушки отдельных частей пробы травы по видам растений.

Изучение видового состава трав и продуктивности прируслового пойменного луга реки Ировка (табл. 3) показало, что они в значительной степени зависят от влияния антропогенной нагрузки на пойменные луга.

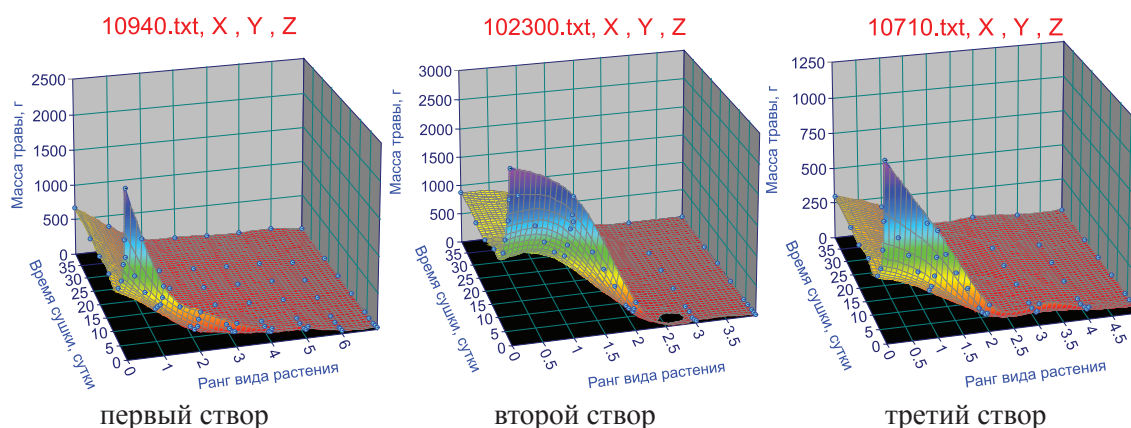


Рис. 6. Поверхности отклика массы проб срезанной травы по видам растений и динамике сушки по площадкам, расположенных в створах вдоль течения реки

Таблица 3

Долевое участие видов в продуктивности от антропогенной нагрузки

Виды травяных растений на пробных площадках прируслового пойменного луга размерами 2×2 м	I створ. Слабая нагрузка		II створ. Сильная нагрузка		III створ. Средняя нагрузка	
	Долевое участие вида в продуктивности вида					
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Белоус (<i>Nardus stricta</i>)	2,35	41,81	0,58	30,05	1,78	59,53
Ромашка (<i>Matricaria</i>)	0,80	14,21	-	-	0,18	6,02
Мать и мачеха (<i>Tussilago farfara</i>)	1,34	23,84	-	-	-	-
Тысячелистник (<i>Achillea</i>)	0,49	8,72	-	-	0,36	12,04
Клевер (<i>Trifolium</i>)	0,41	7,30	1,16	60,10	0,46	15,39
Хвощ (<i>Equisetum arvense</i>)	0,14	2,49	-	-	-	-
Подорожник (<i>Plantago</i>)	0,09	1,60	0,06	3,11	-	-
Одуванчик (<i>Taraxacum</i>)	-	-	0,13	6,74	-	-
Нивяник обыкн. (<i>Leucanthemum vulgare</i>)	-	-	-	-	0,21	7,02
Суммарная продуктивность луга	5,62	100	1,93	100	3,00	100

Наибольшее разнообразие видов (7 видов) и урожайность 5,62 т/га отмечено при самой низкой антропогенной нагрузке вдали от населенного пункта – I створ.

Наименьшее разнообразие видов (4 вида) и самая низкая урожайность 1,92 т/га – при самой высокой антропогенной нагрузке вблизи автомобильного моста через реку и населенного пункта Яндемирово – II створ.

Подробнее о моделировании: набрать в Google «Мазуркин Петр Матвеевич» Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/12032 МОН РФ.

Список литературы

1. Бондаренко Ю.В. Методологические основы систем адаптивно-ландшафтных мелиораций // Основы рационального природопользования: Сб. научных работ Междунар. научно-практ. конф. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: Издат. центр «Наука», 2007. – С. 3–8.
2. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Модели кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 12. – С. 34–40.
3. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Прогнозирование продуктивности сельскохозяйственных угодий // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 1. – С. 149–153.
4. Мазуркин П.М. Статистическая экология: учеб. пос. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 308 с.