

УДК 630* 0.18

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОМАССЫ ТРАВЫ И ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСНОМ ФИТОЦЕНОЗЕ

Мазуркин П.М., Михайлова С.И.

*Марийский государственный технический университет,
Йошкар-Ола, Россия*

Недостатком известных способов испытания фитоценоза является раздельное изучение древесных растений и травы. Эта раздельность анализа фитомассы отдельных компонент растительного сообщества не позволяет выявлять закономерности распределения биологического вещества по частям растительного покрова и фитоценоза в целом.

Предложены метод комплексного анализа результатов измерений фитомассы, а также модели годичного прироста и опада биологического вещества в различных растениях.

Ключевые слова: трава, деревья, фитоценозы, распределение фитомассы.

Известны способы испытания деревьев и других частей фитоценоза на содержание химических элементов, применяемые для изучения биологического круговорота химических элементов [4, с. 10-18].

Недостатком их является раздельное изучение древесных растений и травы. Эта раздельность анализа фитомассы отдельных компонент растительного сообщества не позволяет выявлять статистические закономерности распределения биологического (живого по В.И. Вернадскому) вещества по частям растительного покрова и фитоценоза в целом.

Цель статьи - повышение комплексности анализа результатов измерений фитомассы, а также моделей годичного прироста и опада биологического вещества в различных видах и частях растений.

Для сопоставления результатов измерения фитомассы растительного сообщества, по его видам растений и их структурным частям, значения фактической [4] фитомассы этих частей распределяют по кодовой шкале, ориентированной по слоям фитоценоза, размещенных «снизу вверх»: 1 – слой корней травы; 2 – мелкие корни древесных растений; 3 – крупные корни древесных растений; 4 – стволы

древесных растений; 5 – крупные ветви древесных растений; 6 – мелкие ветви древесных растений; 7 – листва (хвоя) древесных растений; 8 – слой надземной части травы.

Измеренные значения фитомассы по структурным частям располагают в виде таблицы, причем по строкам располагают слои фитоценоза. По столбцам размещают виды растений или их растительные комплексы, а затем по всем строкам и столбцам вычисляют суммарные значения фитомассы, причем сумма по строке будет показывать фитомассу принятого слоя фитоценоза, а сумма по столбцу будет равна фитомассе отдельного вида или комплекса видов растений. Такие же таблицы составляют по годичному приросту и опаду биологического вещества фитоценоза.

Статистические закономерности распределения фитомассы, годичного её прироста и годичного опада, по слоям фитоценоза 1 - 8, выявляются по обобщенной формуле статистической закономерности:

$$\begin{aligned}
 q &= q_1 + q_2 \pm q_3 \pm q_4 & q_1 &= a_0 \exp(\pm a_1 i^{a_2}) \\
 q_2 &= a_3 i^{a_4} \exp(-a_5 i^{a_6}) & q_3 &= a_7 i^{a_8} \exp(-a_9 i^{a_{10}}) \\
 q_4 &= a_{11} i^{a_{12}} \cos(\pi i / a_{13} \pm a_{14}) & & (1)
 \end{aligned}$$

где q - содержание фитомассы (аналогично годичный прирост и годичный опад фитомассы) в слоях фитоценоза по структурным частям, ц/га;

q_1 - закон гибели, являющийся частным случаем биотехнического закона, предложенного проф. П.М. Мазуркиным [1 - 3], и показывающий влияние почвы и корневой системы на фитомассу в частях растений, ц/га;

q_2 - биотехнический закон [1 - 3], показывающий влияние древесины, то есть омертвевших клеточных структур, на фитомассу, ц/га;

q_3 - биотехнический закон, показывающий влияние процессов фотосинтеза и образования в зеленых частях растений ассимилятов, ц/га;

q_4 - волновая функция с амплитудой в виде закона аллометрического роста, которая показывает способность фитоценоза к адаптации к растительным условиям и при её высокой значимости (по отношению к другим составляющим модели) приводящая к коллапсу фитоценоза, ц/га;

i - номер слоя растительного сообщества (фитоценоза), то есть место или порядок распределения структурных частей у различных видов растений по принципу «снизу вверх»;

a_0, a_1, \dots, a_{12} - параметры статистической закономерности (1), получаемые идентификацией закономерности (1) относительно фактически измеренных значений фитомассы как конкретные числа, причем чаще всего могут быть выполнены для леса упрощающие условия: $a_1 = 1$; $a_6 = 1$; $a_{10} = 1$;

$a_{11}i^{a_{13}}$ - половина амплитуды колебательного возмущения в структуре фитоценоза по слоям (экологическим горизонтам) в виде закона показательного роста, ц/га;

a_{13} - половина периода у колебательного возмущения структуры фитоценоза по его слоям;

a_{14} - смещение (сдвиг) начала волны возмущения структуры фитоценоза отно-

сительно начала координат, находящегося в почве (при $i = 0$).

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что фитоценоз рассматривается как популяция из многовидовых растений, которая приспосабливается к внешним условиям волновыми возмущениями отдельных структурных слоев и частей в общем симбиотическом росте и развитии.

При этом деревья совместно с окружающей их травой и более мелкими древесными растениями в виде кустарников и кустарничков приспособляются к пространству обитания через отклик на параметры внешней среды, то есть на изменения экологической (шире биологической) обстановки. При этом любой фитоценоз, как показали примеры моделирования, приспособляется по биотехническому закону [1 - 3] и колебательным возмущением адаптируется к питательным веществам из окружающей лесной среды, в том числе симбиотическим образом отдельные растения помогают друг другу в фитоценозе.

Примеры. Все примеры для статистического моделирования изменения содержания фитомассы в различных растительных комплексах были взяты из книги [4, с.103-114, табл. 9-11, табл. 14-16, табл. 19-21].

1. Верховое осоково-сфагновое болото. Фитомасса в этом сложном растительном сообществе состоит из слоев и видов растений по табл. 1.

Для системы болотных растений была получена статистическая модель (табл. 2) фитомассы в виде формулы из двух составляющих:

$$q = 9,41104i^{9,83468} \exp(-2,71164i) + 6,6229 \cdot 10^{-6} i^{7,27878} \quad (2)$$

Таблица 1. Содержание фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя i	Вид растения				Всего
		Сосна	Кустарнички	Осока	Мох	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	-	0.5	27.0	27.5
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	13.0	10.0	-	-	23.0
Мелкие ветви древесных растений	6	24.0	5.5	-	-	29.5
Крупные ветви древесных растений	5	-	-	-	100.0	100.0
Стволы древесных растений	4	150.0	-	-	-	150.0
Крупные корни древесных растений	3	-	-	-	-	-
Мелкие корни древесных растений	2	27.0	12.0	-	-	39.0
Слой корней травы	1	-	-	1.0	-	1.0
Итого:		214.0	27.5	1.5	127.0	370.0

Таблица 2. Содержание фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование части растений	Слой i	Факт \hat{q}	Расчетные значения (2)			Составляющие (2)	
			q	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	q_1	q_2
надземная часть травы	8	27.5	27.5	-0.02	-0.07	2.72	24.80
листва (хвоя)	7	23.0	20.4	2.62	11.39	11.00	9.38
мелкие ветви	6	29.5	39.4	-0.01	-33.59	36.36	3.06
крупные ветви	5	100.0	91.9	8.09	8.09	91.10	0.81
стволы	4	150.0	153.0	-2.95	-1.97	152.79	0.16
крупные корни	3	-	135.9	-	-	135.85	0.02
мелкие корни	2	39.0	37.9	1.08	2.77	37.92	0.00
корни травы	1	1.0	0.6	0.37	<u>37.00</u>	0.63	0.00

Примечания: 1) максимальное значение относительной погрешности подчеркнуто, поэтому доверие к модели (2) будет не ниже $100 - 37.00 = 63,00\%$; 2) максимальные значения составляющих набраны полужирным шрифтом.

Максимальная относительная погрешность зависит от характера распределения фитомассы по структурным частям фитоценоза. При этом количество видов растений, учитываемых во всех восьми экологических слоях фитоценоза, не ограничивается.

Годичный прирост Δq^+ фитомассы характеризуется данными (табл. 3), по которым было получено статистическое уравнение (табл. 4) в виде

$$\Delta q^+ = 0,10015i^{35,0775} \exp(-11,4709i) + 0,014959i^{-7,82934} \exp(+2,97468i) \quad (3)$$

Таблица 3. Годичный прирост фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения				Всего
		Сосна	Кустарнички	Осока	Мох	
Слой надземной части травы	8	-	-	0.50	27.00	27.50
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	1.85	2.20	-	-	4.05
Мелкие ветви древесных растений	6	0.26	0.25	-	-	0.51
Крупные ветви древесных растений	5	-	-	-	-	-
Стволы древесных растений	4	1.60	-	-	-	1.60
Крупные корни древесных растений	3	-	-	-	-	-
Мелкие корни древесных растений	2	0.29	0.13	-	-	0.42
Слой корней травы	1	-	-	0.30	-	0.30
Итого:		4.00	2.58	0.80	27.00	34.38

Таблица 4. Годичный прирост фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование части растений	Слой <i>i</i>	Факт \bar{q}	Расчетные значения (3)			Составляющие (3)	
			<i>q</i>	$\epsilon = \bar{q} - q$	$\Delta = 100\epsilon / \bar{q}$	<i>q</i> ₁	<i>q</i> ₂
надземная часть травы	8	27.50	27.50	-0.004	-0.01	0.00	27.50
листва (хвоя)	7	4.05	4.00	0.055	1.36	0.00	4.00
мелкие ветви	6	0.51	0.68	-0.172	<u>-33.73</u>	0.00	0.68
крупные ветви	5	-	0.19	-	-	0.04	0.15
стволы	4	1.60	1.60	0.000	0.00	1.56	0.04
крупные корни	3	-	6.21	-	-	6.19	0.02
мелкие корни	2	0.42	0.42	-0.000	-0.05	0.39	0.03
корни травы	1	0.30	0.29	0.007	2.33	0.00	0.29

Годичный опад Δq^- фитомассы характеризуется данными (табл. 5), по которым было получено статистическое уравнение (табл. 6) в виде

$$\Delta q^- = 0,17133i^{34,9749} \exp(-11,7669i) + 0,00055763i^{-5,50035} \exp(+2,39617i) \quad (4)$$

Сравнение фактических и расчетных значений содержания, прироста и опада фитомассы растений в верховом болоте показывает относительную простоту зако-

номерностей (всего две составляющие). При этом в дальнейших исследованиях следует обратить внимание на точность измерения фитомассы по слоям фитоценоза «крупные ветви» и «крупные корни».

2. Ельник сложный 83 года. Здесь можно выделить один растительный комплекс «трава + ель», то есть растительное сообщество характеризуется всего двумя видами растений. Фитомасса в этом растительном сообществе состоит из слоев и видов растений табл. 7.

Таблица 5. Годичный опад фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя i	Вид растения				Всего
		Сосна	Кустарнички	Осока	Мох	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	-	0.50	19.00	19.50
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	1.80	2.00	-	-	3.80
Мелкие ветви древесных растений	6	0.24	0.22	-	-	0.48
Крупные ветви древесных растений	5	-	-	-	-	-
Стволы древесных растений	4	0.75	-	-	-	0.75
Крупные корни древесных растений	3	-	-	-	-	-
Мелкие корни древесных растений	2	0.27	0.12	-	-	0.39
Слой корней травы	1	-	-	0.30	-	0.30
Итого:		3.06	2.34	0.80	19.00	25.22

Таблица 6. Годичный опад фитомассы в верховом сосново-сфагновом болоте, ц/га

Наименование части растений	Слой i	Факт \bar{q}	Расчетные значения (4)			Составляющие (4)	
			q	$\varepsilon = \bar{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \bar{q}$	q_1	q_2
надземная часть травы	8	19.50	19.51	-0.007	-0.04	0.00	19.51
листва (хвоя)	7	3.80	3.70	0.097	2.55	0.00	3.70
мелкие ветви	6	0.48	0.79	-0.307	-63.96	0.00	0.79
крупные ветви	5	-	0.21	-	-	0.01	0.20
стволы	4	0.75	0.77	-0.018	-2.40	0.71	0.06
крупные корни	3	-	3.92	-	-	3.89	0.03
мелкие корни	2	0.39	0.37	0.019	4.87	0.35	0.02
корни травы	1	0.30	0.09	0.206	<u>68.67</u>	0.00	0.09

Таблица 7. Содержание фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя i	Вид растения		Всего
		Ель	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	6.30	6.30
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	188.0	-	188.00
Мелкие ветви древесных растений	6	109.0	-	109.00
Крупные ветви древесных растений	5	229.0	-	229.00
Стволы древесных растений	4	2271.0	-	2271.00
Крупные корни древесных растений	3	732.0	-	732.00
Мелкие корни древесных растений	2	36.0	-	36.00
Слой корней травы	1	-	7.58	7.58
Итого:		3565.0	13.88	3578.88

Для ельника была получена статистическая модель (табл. 8) фитомассы в виде формулы из четырех составляющих (простая фитоценозная структура из двух видов растений приводит к их сложному их взаимодействию), то есть в виде сложной закономерности

$$q = 3,71073 \exp(0,38829i) + 2,1592 \cdot 10^{-6} i^{67,6444} \exp(-18,2651i) + 6,84076 i^{5,33781} \exp(-1,15886i) - 0,044033 i^{3,80309} \cos(\pi i / 0,8540 - 4,1974) \quad (5)$$

Формула (5) имеет нулевую погрешность или 100-процентную доверитель-

ную вероятность. Поэтому анализ отдельных составляющих модели, а также их сопоставление позволяют понять многое из жизни ельника.

Годичный прирост Δq^+ фитомассы характеризуется данными (табл. 9), по которым было получено статистическое уравнение (табл. 10) в виде

$$\Delta q^+ = 5,09064 \exp(-0,016034i) + 1,3495 \cdot 10^{-8} i^{67,4994} \exp(-18,0696i) - 56,2003 i^{5,30325} \exp(-3,10897i) + 0,0015087 i^{4,81198} \cos(\pi i / 0,6914 - 0,1656) \quad (6)$$

Таблица 8. Содержание фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Слой <i>i</i>	Факт \hat{q}	Расчетные значения (5)			Составляющие модели (5)				
		<i>q</i>	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	<i>q</i> ₁	<i>q</i> ₂	<i>q</i> ₃	<i>a</i>	<i>q</i> ₄
8	6.30	6.30	-9.4e-12	-0.00	82.89	0.00	42.59	119.76	119.18
7	188.00	188.00	6.7e-12	0.00	56.22	0.00	66.54	72.07	-65.24
6	109.00	109.00	-2.1e-12	-0.00	38.13	0.24	93.11	40.10	22.48
5	229.00	229.00	-8.5e-14	-0.00	25.86	89.87	112.11	20.05	-1.16
4	2271.00	2271.0	5.9e-12	0.00	17.54	2140.9	108.55	8.58	-3.95
3	732.00	0	-1.6e-12	-0.00	11.89	6	74.48	2.87	2.44
2	36.00	732.00	4.3e-14	0.00	8.07	648.07	27.25	0.61	-0.61
1	7.58	36.00	8.9e-16	0.00	5.47	0.07	2.15	0.04	0.04
		7.58				0.00			

Таблица 9. Годичный прирост фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения		Всего
		Ель	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	6.30	6.30
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	21.70	-	21.70
Мелкие ветви древесных растений	6	1.42	-	1.42
Крупные ветви древесных растений	5	2.88	-	2.88
Стволы древесных растений	4	29.14	-	29.14
Крупные корни древесных растений	3	9.55	-	9.55
Мелкие корни древесных растений	2	0.47	-	0.47
Слой корней травы	1	-	2.50	2.50
Итого:		65.16	8.80	73.96

Таблица 10. Годичный прирост фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Слой <i>i</i>	Факт \hat{q}	Расчетные значения (б)			Составляющие модели (б)				
		q	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	q_1	q_2	q_3	a	q_4
8	6.30	6.30	5.7e-11	0.00	4.48	0.00	0.00	33.44	1.82
7	21.70	21.70	-2.0e-11	-0.00	4.55	0.00	0.00	17.59	17.15
6	1.42	1.42	-1.8e-10	-0.00	4.62	0.00	0.01	8.38	-3.20
5	2.88	2.88	-5.9e-11	-0.00	4.70	1.18	0.05	3.48	-2.95
4	29.14	29.14	7.6e-12	0.00	4.77	23.92	0.35	1.19	0.79
3	9.55	9.55	-5.8e-12	-0.00	4.85	6.21	1.70	0.30	0.19
2	0.47	0.47	-3.4e-11	-0.00	4.93	0.00	4.42	0.04	-0.04
1	2.50	2.50	-7.4e-12	-0.00	5.01	0.00	2.51	0.00	-0.00

В табл. 9, как и табл. 7, содержатся данные о значениях фитомассы по всем восьми экологическим слоям фитоценоза ельника. Это позволяет получить весьма точные статистические закономерности.

Годичный опад Δq^- фитомассы характеризуется данными (табл. 11), по кото-

рым было получено статистическое уравнение (табл. 12) в виде

$$\begin{aligned} \Delta q^- = & 4,07207 \exp(0,02259 li) + \\ & + 0,0033448 i^{21,5104} \exp(-5,15786 i) - \\ & - 1,90923 i^{1,34711} + \\ & + 0,25092 i^{2,63085} \cos(\pi i / 0,5953 - 5,5112) \end{aligned} \quad (7)$$

Таблица 11. Годичный опад фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения		Всего
		Ель	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	6.30	6.30
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	21.52	-	21.52
Мелкие ветви древесных растений	6	4.57	-	4.57
Крупные ветви древесных растений	5	3.11	-	3.11
Стволы древесных растений	4	15.25	-	15.25
Крупные корни древесных растений	3	4.83	-	4.83
Мелкие корни древесных растений	2	0.24	-	0.24
Слой корней травы	1	-	2.50	2.50
Итого:		49.52	8.80	58.32

Таблица 12. Годичный опад фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Слой <i>i</i>	Факт \hat{q}	Расчетные значения (7)			Составляющие модели (7)				
		q	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	q_1	q_2	q_3	a	q_4
8	6.30	6.30	-2.5e-13	-0.00	4.88	0.11	31.44	59.63	32.75
7	21.52	21.52	4.1e-13	0.00	4.77	1.05	26.26	41.96	41.96
6	4.57	4.57	1.6e-13	0.00	4.66	6.65	21.34	27.97	14.60
5	3.11	3.11	-6.1e-14	-0.00	4.56	22.87	16.69	17.32	-7.63
4	15.25	15.25	-3.0e-14	0.00	4.46	32.72	12.36	9.63	-9.57
3	4.83	4.83	1.4e-14	0.00	4.35	11.68	8.39	4.52	-2.82
2	0.24	0.24	4.7e-15	0.00	4.26	0.33	4.86	1.55	0.51
1	2.50	2.50	-4.4e-16	-0.00	4.17	0.00	1.91	0.25	0.24

В ельнике, по сравнению со сосново-сфагновым болотом, имеются четкие статистические закономерности, превращаясь в функциональные зависимости с нулевой погрешностью.

3. Березняк травный. По измеренным [4] значениям фитомассы (табл. 13) получена закономерность (табл. 14) для

растительного комплекса «травы + береза» в виде уравнения

$$q = 16,0191 \exp(-0,14386i) + 1,0116 \cdot 10^{-6} i^{65,7361} \exp(-17,5118i) + 3,33387 i^{5,00571} \exp(-1,08735i) - 0,034535 i^{2,96704} \cos(\pi i / 0,9912 - 0,2349) \quad (8)$$

Таблица 13. Содержание фитомассы в березняке травном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения		Всего
		Береза	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	7.0	7.0
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	45.0	-	45.0
Мелкие ветви древесных растений	6	-	-	-
Крупные ветви древесных растений	5	142.0	-	142.0
Стволы древесных растений	4	1500.0	-	1500.00
Крупные корни древесных растений	3	400.0	-	400.00
Мелкие корни древесных растений	2	24.0	-	24.00
Слой корней травы	1	-	15.0	15.0
Итого:		2111.0	22.0	2133.0

Таблица 14. Содержание фитомассы в березняке травном, ц/га

Слой <i>i</i>	Факт \bar{q}	Расчетные значения (8)			Составляющие модели (8)				
		q	$\varepsilon = \bar{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \bar{q}$	q_1	q_2	q_3	a	q_4
8	7.0	7.00	0.004	0.06	5.07	0.00	18.44	16.51	16.51
7	45.0	45.00	0.016	0.04	5.85	0.00	28.03	11.11	-11.10
6	-	-	-	-	6.76	0.34	38.44	7.03	7.02
5	142.0	142.02	-0.020	-0.01	7.80	84.37	45.78	4.09	-4.08
4	1500.0	1500.00	0.003	0.00	9.01	1448.64	44.44	2.11	2.10
3	400.0	400.01	-0.06	-0.00	10.40	357.48	31.23	0.90	-0.89
2	24.0	23.96	0.042	0.18	12.01	0.04	12.17	0.27	0.27
1	15.0	15.03	-0.030	-0.20	13.87	0.00	1.12	0.03	-0.03

Формула (8) имеет максимальную относительную погрешность 0,20% или доверительную вероятность $100 - 0,20 = 99,80\%$. Поэтому анализ составляющих модели, а также их сопоставление позволяют понять многое из жизнедеятельности березняка травного.

Годичный прирост Δq^+ фитомассы березняка травного характеризуется данными (табл. 15), по которым было полу-

чено статистическое уравнение (табл. 16) в виде

$$\begin{aligned} \Delta q^+ = & 3,54301 \exp(0,47279i) + \\ & + 0,94178i^{12,1996} \exp(-3,18374i) - \\ & - 5,36583i^{7,37570} \exp(-2,01098i) - \\ & - 0,0055563i^{5,74237} \cos(\pi i / 0,9137 - 3,7724) \end{aligned} \quad (9)$$

Таблица 15. Годичный прирост фитомассы в березняке травном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения		Всего
		Береза	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	7.0	7.0
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	45.0	-	45.0
Мелкие ветви древесных растений	6	-	-	-
Крупные ветви древесных растений	5	5.0	-	5.0
Стволы древесных растений	4	50.0	-	50.0
Крупные корни древесных растений	3	13.0	-	13.0
Мелкие корни древесных растений	2	1.0	-	1.0
Слой корней травы	1	-	5.0	5.0
Итого:		114.0	12.0	126.0

Таблица 16. Годичный прирост фитомассы в березняке травном, ц/га

Слой <i>i</i>	Факт \hat{q}	Расчетные значения (9)			Составляющие модели (9)				
		q	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	q_1	q_2	q_3	a	q_4
8	7.0	7.00	-8.0e-13	-0.00	155.60	0.83	2.53	852.44	146.89
7	45.0	45.00	-1.4e-12	-0.00	96.98	3.93	7.07	395.96	48.84
6	-	-	-	-	60.44	14.51	16.94	163.39	-66.70
5	5.0	5.00	9.9e-14	0.00	37.67	38.01	32.98	57.35	37.70
4	50.0	50.00	-1.4e-14	-0.00	23.48	60.52	47.51	15.92	-13.52
3	13.0	13.00	1.8e-15	0.00	14.63	43.84	42.53	3.05	2.95
2	1.0	1.00	-2.7e-15	-0.00	9.12	7.55	15.97	0.30	-0.30
1	5.0	5.00	8.9e-16	0.00	5.68	0.04	0.72	0.01	0.01

Годичный опад Δq^- фитомассы характеризуется данными (табл. 17), по которым было получено статистическое уравнение (табл. 18) в виде формулы

$$\begin{aligned} \Delta q^- = & 3,43356 \exp(0,47279i) + \\ & + 0,68061i^{12,1996} \exp(-3,18734i) - \\ & - 3,43667i^{7,37570} \exp(-1,85385i) - \\ & - 0,0017226i^{5,74237} \cos(\pi i / 0,7833 - 1,6879) \end{aligned} \quad (10)$$

Таблица 17. Годичный опад фитомассы в березняке травном, ц/га

Наименование слоя растительного сообщества	Номер слоя <i>i</i>	Вид растения		Всего
		Береза	Трава	
<i>Слой надземной части травы</i>	8	-	7.0	7.0
ЛИСТВА (ХВОЯ) ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	7	45.0	-	45.0
Мелкие ветви древесных растений	6	-	-	-
Крупные ветви древесных растений	5	1.9	-	1.9
Стволы древесных растений	4	10.5	-	10.5
Крупные корни древесных растений	3	2.8	-	2.8
Мелкие корни древесных растений	2	0.2	-	0.2
Слой корней травы	1	-	5.0	5.0
Итого:		60.4	12.0	72.4

Таблица 18. Годичный опад фитомассы в ельнике сложном, ц/га

Слой i	Факт \hat{q}	Расчетные значения (10)			Составляющие модели (10)				
		q	$\varepsilon = \hat{q} - q$	$\Delta = 100\varepsilon / \hat{q}$	q_1	q_2	q_3	a	q_4
8	7.0	7.0	-1.4e-13	-0.00	150.79	0.60	5.70	264.28	138.69
7	45.0	45.0	-2.4e-13	-0.00	93.98	2.84	13.60	122.76	38.72
6	-	-	-	-	58.58	10.49	27.85	50.65	-46.95
5	1.9	1.9	2.6e-14	0.00	36.51	27.47	46.34	17.78	15.74
4	10.5	10.5	1.1e-14	0.00	22.75	43.73	57.05	4.94	-1.07
3	2.8	2.8	2.4e-14	0.00	14.18	31.69	43.64	0.95	-0.57
2	0.2	0.2	1.9e-15	0.00	8.84	5.46	14.00	0.09	0.09
1	5.0	5.0	1.8e-15	0.00	5.51	0.03	0.54	0.00	-0.00

Если поделить все уравнения на общую фитомассу, то получим относительные фитомассы, а также относительные годовые приросты и опады в фитоценозах. Их сопоставление позволит сравнивать между собой структуры различных видов растительных сообществ.

Комплексные испытания древесины, листвы и корней, коры растущих деревьев, при дополнительном учете листвы и корней травы, позволят изучать экологический режим и состояние лесного и болотного ландшафта. При этом испытатель заранее знает искомым закономерность в виде обобщенной статистической модели (1), и поэтому будет прогнозировать результаты усложняющихся измерений фитомассы растительных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Винокурова, Р.И. Закономерности физико-химических параметров древесины растущего дерева / Р.И. Винокурова,

П.М. Мазуркин, Е.В. Тарасенко: Научное издание. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 187 с.

2. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания: Научное изд. / П.М. Мазуркин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 336 с.

3. Мазуркин П.М. Рациональное природопользование: учебное пособие. В 3-х ч. Ч. 3: Экологически ответственное лесопользование / П.М. Мазуркин, С.Е. Анисимов, С.И. Михайлова; под ред. П.М. Мазуркина. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 359 с.

4. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.Н. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. - Л.: Наука, 1968. - 145 с.

Статья опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ

**DISTRIBUTION PHYTOMASS HERBS AND TREES IN FOREST
PHYTOCOENOSIS**

Mazurkin P.M., Mihailova S.I.
*Mari state technical university,
Yoshcar-Ola, Russia*

The disadvantage of the known methods of testing phytocoenosis is a separate study of woody plants and grasses. This separate analysis of individual components of phytomass plant communities is not possible to identify characteristics of the distribution of biological materials in portions of vegetation and phytocoenosis in general.

A method for integrated analysis of the results of measurements of phytomass, and model annual increment and litterfall of biological substances in various plants.

Key words: grass, trees, phytocoenoses, distribution of phytomass.