

тных и толерантных деревьев в отличие от нетолерантных [2]. При этом динамика годичного радиального прироста резистентных и толерантных деревьев более тесно связана с ГТУ текущего года, нетолерантных – с ГТУ прошлого года [3].

Однако изучение влияния абиотического стресса (весенне-летних засух), предшествующего ВМР непарного шелкопряда в 1986-1990 г. на территории Челябинской области, на динамику годичного радиального прироста древостоев с разным уровнем энтоморезистентности показало, что отсутствие реакции на засуху в высокорезистентной подгруппе древостоев было обусловлено как более низким уровнем реакции на фактор абиотического стресса вообще, так и более сильным положительным откликом на высокую влажность в июле [9].

Как показывают результаты, часть ценопопуляции древостоев с высокой энтоморезистентностью в условиях Свердловской области реагируют аналогично. В пользу этого свидетельствуют как ГТУ исследуемого периода (условия избыточной влажности в июне), так и найденные тесные корреляционные связи с осадками (и ГТК) июня и июля предшествующих лет.

Выводы. Рекомендации

Изучены особенности реакции ради-

ального прироста берёзы в очагах непарного шелкопряда на гидротермические условия. Выявлены существенные различия в степени и характере реакции радиального прироста в зависимости от уровня энтоморезистентности древостоев. Радиальный прирост высокорезистентного древостоя проявляет высокую степень корреляции преимущественно с ГТУ предыдущего года, тогда как средне- и низкорезистентный древостой – с ГТУ текущего года. Больше

	Сумма осадков	Средняя температура воздуха	ГТК
Гидротермические показатели текущего года			
Май	-0,83	0,84	-0,87
Июнь	-0,10	-0,51	-0,04
Июль	-0,80	0,76	-0,86
Август	0,25	0,45	0,05
Гидротермические показатели предыдущего года			
Июнь	-0,29	0,26	-0,22
Июль	0,00	0,56	-0,02
Август	0,92	0,35	0,80

влияние на радиальный прирост берёзовых древостоев, оказывает количество осадков, выпадающее в течение весенне-летнего периода, чем фактор теплообеспеченности.

Выявленная зависимость степени дефолиации древостоев от гидротермических условий, предшествующих ВМР непарного шелкопряда, может использоваться для прогнозирования уровня ожидаемой энтоморезистентности и планирования лесозащитных мероприятий.

Лесоведение. – 1992. – №3. – С. 33-39.

1. Суховольский В.Г., Артемьева Н.В. Радиальный прирост хвойных как прогнозный показатель их устойчивости к повреждению филлофагами // Лесоведение. – 1992. – №3. – С. 33-39.
2. Толкач О.В., Пономарёв В.И., Шаталин В.В. Реакция радиального прироста дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на дефолиацию непарным шелкопрядом // «Биологическая наука и образование в педагогических вузах». Выпуск 4: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах». – Новосибирск, 2005. – С.15-17.
3. Соколов С.Л. Устойчивость берёзовых лесов Урала к дефолиации насекомыми-фитофагами летне-осенней экологической группы и комплекс мероприятий по снижению отрицательных последствий: Автореф. дисс..., канд.биол.наук. – Екатеринбург, 2005. – 21 с.
4. Колтунов Е.В., Хамидуллина М.И. Тенденции динамики радиального прироста берёзы повислой и параметры энтоморезистентности // «Актуальные проблемы лесного комплекса» / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам 6-ой международной научно-технической конференции «Лес-2006». Выпуск 13. – Брянск, 2006. – С. 60-63.
5. Федоренко С.И. Толерантность берёзовых древостоев северной лесостепи Зауралья к абиотическому и биотическому стрессу // Экология. – 2001. – №6. – С.466-470.
6. Koltunov E.V., Andreeva E. M. The abiotic stress as a factor responsible for gypsy moth outbreaks // J. Appl. Entomol., 1999. Vol. 123, № 10. P. 633-636.
7. Колтунов Е.В. Экология непарного шелкопряда в лесах Евразии. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2006. – 260 с.
8. Колтунов Е.В., Пономарёв В.И., Федоренко С.И. Популяционная экология непарного шелкопряда в лесных экосистемах Урала, нарушенных антропогенными факторами // Динамика лесных фитоценозов условиях антропогенного воздействия. – Свердловск, 1991. – С. 128-143.
9. Колтунов Е.В., Хамидуллина М.И. Абиотический стресс как фактор возникновения вспышек массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всероссийской научной конференции. – Пушкино, 2008. – С. 253-255.

Литература

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЛЕСОПАРКОВ

Н.Ф. ЧЕРНОУСОВА,

кандидат биологических наук, доцент, ИЭРИЖ

О.В. ТОЛКАЧ,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник БС Уральское отделение РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: антропогенные изменения, урбанизация, лесные экосистемы, эдификатор, подлесок, травяно-кустарничковый покров, мелкие млекопитающие.

Лесопарки г. Екатеринбурга – это лесные экотоны, испытывающие два основных фактора воздействия [1, 2,

3, 4, 5]. Первый – аэротехногенное загрязнение, не имеющее ярко выраженных визуальных признаков в пределах



участков исследования. Второй – рекреационное воздействие, следствием которого является нарушение лесной подстилки, почвенного и живого напочвенного покрова, проникновение

Anthropogenic changes, urbanization, forest ecosystem, edificator, understory, grass-undershrub cover, small mammals.

Биология. Лесное хозяйство

под лесной полог синантропных видов растений. Кроме того может нарушаться равновесие в экосистемах, приводя к изменению численности, видового состава [6] и паразитарного статуса мелких млекопитающих городской черты [7].

Цель и методика исследований

Целью – изучение антропогенной трансформации природных сообществ грызунов и насекомоядных как компонентов паразитарных систем городской черты в зависимости от особенностей лесорастительных сообществ лесопарков г. Екатеринбурга, на примере двух, расположенных в северо-восточной (Калиновский лесопарк) и северо-западной (Шувакишский лесопарк) частях город.

Анализ структуры и динамики видового состава мелких млекопитающих в этих лесопарках проводили с 2000 по 2007 год в середине лета – в период интенсивного размножения и высокой численности животных. В каждом локалитете закладывали по три линии учета. Первые линии располагали в наиболее антропогенно измененных частях лесопарков. Остальные линии – в менее нарушенных местах. Положение ловчих линий оставалось неизменным на протяжении всех лет исследования. Для каждой линии были рассчитаны индексы разнообразия сообществ мелких млекопитающих, которые в дальнейшем использовались в кластерном анализе.

Полноту и состав древостоев Калиновского и Шувакишского лесопарков определяли способом закладки круговых площадок (5-кратная повторность в районе каждой линии). Типы леса обозначались по классификации Б.П. Колесникова [8]. Учет подроста и подлеска производился для каждого участка на 25 учетных площадках размером 2х2 м. У подроста и подлеска определялись видовой состав и высота по шкале А.В. Побединского [9]. Травяно-кустарничковый покров описывали на 25 площадках размером 1х1 м; фиксировались высота яруса, проективное покрытие каждого вида, наличие и проективное покрытие мохового покрова. На этих же площадках измеряли суммарную мощность опада и лесной подстилки. Глазомерно определяли процент тропинойной сети на участке линии. Рассчитан процент встречаемости каждого вида подроста, кустарников и травяно-кустарничкового покрова. Стадии рекреационной деградации участков депрессии определяли по В.С.Иванову [10]. Проведено сравнение живого напочвенного покрова биоценозов по коэффициенту сходства Сьюресена.

Результаты и обсуждения

По лесорастительному районированию Б.П.Колесникова [8] район исследования принадлежит к южнотаежному округу Зауральской предгорной провинции. Для изучавшихся лесопар-

ков характерно наличие сосновых насаждений, относящихся к типу леса сосняк разнотравный (Сртр). Расположены лесопарки на пологих склонах с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами на элювии – делювии горных пород. По режиму увлажнения почвы относятся к свежим, периодически влажным.

При визуальном исследовании полога леса всех шести локалитетов Калиновского и Шувакишского лесопарков не было обнаружено дехромации крон деревьев, что указывает на отсутствие острого техногенного воздействия на древостои. Однако короткий период жизни хвой сосны, в среднем два года, свидетельствует о нескольких неблагоприятных условиях в связи с урбанизированной средой и техногенным воздействием, которые компенсируются адаптивными возможностями деревьев.

Состояние лесной растительности лесопарков в целом должно оказывать влияние на обитающих здесь мелких млекопитающих, которые являются компонентом этой экосистемы и имеют большое эпидемиологическое зна-

чение для жизни больших городов. Но прежде всего состояние лесопарков зависит от образующих их древостоев, оказывающих влияние на остальные элементы среды: подрост, подлесок, напочвенный покров и почвенные особенности. Это определило описание состояния древостоев, которое приводится в табл.1.

Как следует из табл.1, в Калиновском лесопарке насаждения по составу смешанные.

Они представлены сосной с небольшой примесью березы, отличаются хорошей полнотой, достигли возраста спелости и не имеют различий на линиях отлова. Иначе выглядит Шувакишский лесопарк. Ему свойственны чистые сосняки на 2-й и 3-й линиях отлова в перестойном возрасте и в средневозрастном на 1-й линии, чередующиеся здесь с лесными полянами и луговинами. Учет количества подроста (табл. 2) свидетельствует о снижении возобновительной способности насаждений.

Особенно это относится к сосне в Калиновском лесопарке, где выше полнота. В то же время в подросте отме-

Таблица 1
Лесоводственная характеристика участков отлова

№ линии отлова	Состав	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Бонитет	Класс возраста	Полнота	Тип леса	Запас, м ³ /га
Калиновский лесопарк								
1	7СЗБ	22	28	II	IV	0,7	Сртр	236
2	8С2Б	24	24	I	IV	0,7	Сртр	230
3	8С2Б+Ос	23	32	II	VI	0,7	Сртр	243
Шувакишский лесопарк								
1	10Б	16	16	II	V	0,5	Сртр	82
1	10С	15	14	II	II	-	-	-
2	10С+Б	27	24	II	VI	0,5	Сртр	219
3	10С+Б	27	32	II	VI	0,6	Сртр	263

Таблица 2
Количество подроста древесных пород, экз./га

Порода	Количество, экз./га	Встречаемость, %	Количество, экз./га	Встречаемость, %	Количество, экз./га	Встречаемость, %
Калиновский лесопарк						
	Линия 1		Линия 2		Линия 3	
Сосна	500	8	600	16	1600	20
Береза	500	20	-	-	1500	24
Клен ясенелистный	-	-	100	4	100	4
Яблоня	300	8	-	-	500	12
Итого	1300	36	700	20	3700	60
Шувакишский лесопарк						
	Линия 1		Линия 2		Линия 3	
Сосна	800	12	1400	4	1400	4
Береза	1300	16	100	4	100	4
Клен ясенелистный	3400	32	-	-	100	4
Осина	400	12	-	-	-	-
Яблоня	200	4	1400	4	-	-
Итого	6100	76	2900	12	1600	12

Таблица 3

Суммарная мощность лесной подстилки и опада, см

Участок	$X_{cp} \pm x$	Min	Max	Кэф. вариации, %	Точность, %
Калиновский лесопарк					
1	$5,5 \pm 0,45 a$	2,0	9,0	89,1	8,2
2	$1,1 \pm 0,27 b$	0,5	4,5	161,4	24,7
3	$2,8 \pm 0,42 c$	0,5	5,5	157,3	15,4
Шувакишский лесопарк					
1	$0,5 \pm 0,10 d$	0,0	2,0	49,5	20,7
2	$2,8 \pm 0,48 c$	0,5	8,0	196,2	17,05
3	$1,7 \pm 0,25 l$	1,0	5,0	87,3	14,3

Примечание: различия на достоверно значимом уровне с $p < 0,05$ обозначены разными буквами, недостоверные различия – одинаковыми.

чается наряду с березой наличие яблони и клена ясенелистного. Исследования подлеска в лесопарках как в видовом, так и в количественном отношении позволяет судить об увеличении его видового состава. Количество видов кустарников в лесопарках колеблется от 7 до 11. В Шувакишском лесопарке в видовом и количественном отношении он довольно равномерно распределяется по линиям отлова. Но на первой линии отмечается значительное количество акации желтой, ракитника русского, рябины, черемухи. На 2-й и 3-ей линиях превалирует малина. В Калиновском лесопарке малина и рябина преобладают на всех линиях отлова, но на 1-й и 2-й линиях встречаемость малины составила только 4%. На всех линиях отлова в лесопарках в основном преобладает кустарник высотой 0,5-1,5 м.

В Калиновском лесопарке проективное покрытие травяно-кустарниковыми видами колеблется около 100%, в том числе злаков 9-15%. На всех линиях отмечается папоротник орляк при встречаемости 24-52%. Количество синантропных видов составляет 23% от 56 учтенных видов. Проективное покрытие травяно-кустарниковыми видами в Шувакишском лесопарке неравномерное – от 73 до 103%, в том числе злаки от 1 до 20%. Преобладает луговое разнотравье. Тропиночная сеть в лесопарках составляет от 1 до 3%, что соответствует 1-2 стадии регрессии.

По суммарной мощности лесной подстилки и опада (табл.3) на участках отлова при $p < 0,05$ выявлены достоверные различия как по линиям в каждом лесопарке, так и между участками разных лесопарков. Отсутствуют лишь достоверные различия в мощности и подстилки при сравнении второго участка Калиновского лесопарка с третьим Шувакишского лесопарка. А так же третьего участка Калиновского и второго Шувакишского лесопарков.

Итак, по нашим наблюдениям, в лесопарках на всех участках, независимо от близости к застройке, процессы урбанизации оказали влияние на нижние ярусы фитоценоза. Безусловно, на первых линиях, наиболее близких к застройке, эти процессы более выражены. Мы наблюдаем низкую возобновительную способность основных лесобразующих пород и появление в составе подроста новых видов. Последние не имеют значения для лесообразовательных процессов, но являются признаками трансформации нижних ярусов фитоценоза. Большее значение имеет как расширение видового состава кустарниковых пород за счет синантропных видов, так и увеличение их численности. Причем в обоих лесопарках доминируют типичные виды лесных кустарников, а их активное разрастание прямо или косвенно спровоцировано близостью урбани-

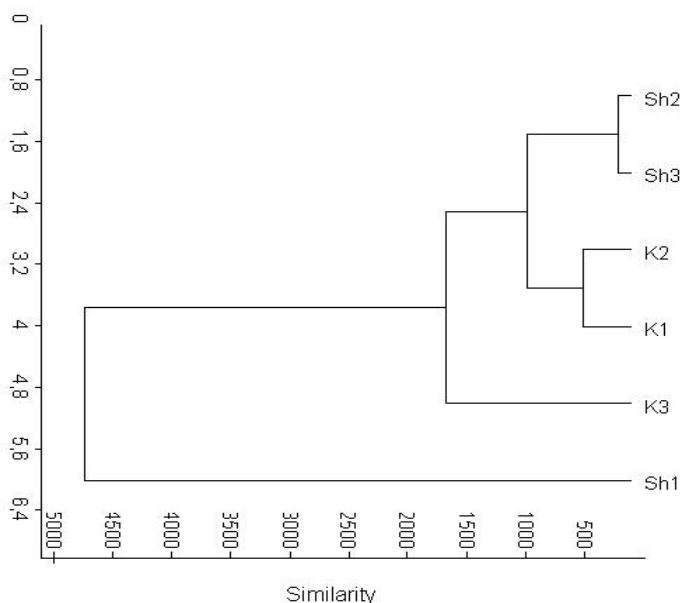


Рисунок 1. Дендрограмма распределения лесорастительных сообществ. Условные обозначения: К – Калиновский лесопарк, Sh – Шувакишский лесопарк; цифры около букв – номера линий

рованной среды. Густота подлеска влияет на условия произрастания травяно-кустарниковых видов и развитие мохового покрова, так как создается режим благоприятствования для роста одних групп растительности и подавления других. Хотя между лесопарками выявлено высокое сходство по флористическому составу, коэффициент Сьюренсена равен 0,7, но они иногда сильно различаются по составу доминирующих видов. Количество проникших под полог луговых и сорных видов травяно-кустарниковой растительности колеблется от 7 до 26%, проективное покрытие злаками от 3 до 24%. Количественные и качественные изменения фитоценоза оказывают влияние на мощность лесной подстилки.

Для сравнения всех изученных локалитетов с учетом всех лесорастительных характеристик мы использовали кластерный анализ. Были взяты следующие признаки: количество подроста древесных пород (сосна выделена отдельно) экз. на га и его встречаемость, число видов листовых пород в подросте, встречаемость ку-

старниковых видов (малина, как наиболее распространенный вид, выделена отдельно), число кустарниковых видов, проективное покрытие травянисто-кустарниковой растительностью, % тропиночной сети, толщина подстилки. Все показатели при расчетах были нормированы, т.е. приведены к относительным величинам. В результате суммарной оценки рассматриваемые локалитеты разделились на несколько групп (рис.1). В Шувакишском лесопарке наиболее похожими оказались второй и третий участки, а в Калиновском – первый и второй. Третий участок Калиновского лесопарка оказался отделенным от двух первых. Наиболее отличается по сумме всех признаков первая линия Шувакишского лесопарка. Она образует отдельный кластер и стоит особняком от всех остальных локалитетов.

Как было показано нами ранее [3, 4], сообщества мелких млекопитающих Калиновского и Шувакишского лесопарков имеют сходную динамику численности, но отличаются по демографическим признакам популяций наи-

более многочисленных видов грызунов [11].

В данной работе мы вычислили индексы разнообразия Шеннона ($H = -\sum p_i \ln p_i$) и Симпсона ($D = \sum p_i^2$), которые оказались высоко скоррелированными (табл. 4). Затем индексы разнообразия сообществ мелких млекопитающих, рассчитанных по формуле Шеннона (где p_i – доля каждого вида в сообществе), и количество видов, отловленных на каждой линии в динамике за четыре года, сравнили с помощью кластерного анализа (рис. 2).

При сравнении рис. 1 и рис. 2 видно, что для фито- и зоообществ Калининского лесопарка наблюдается однотипное распределение кластеров. В Шувакишском лесопарке подобное совпадение получено только для первой линии отлова. Линии 2 и 3 Шувакишского лесопарка, наиболее близкие по фитоценоотическим характеристикам (рис. 1), имеют большие расстояния между кластерами, образованными по характеристикам сообществ мелких млекопитающих.

Следовательно, хотя разнообразие сообществ мелких млекопитающих связано со спецификой растительных сообществ, но полной корреляции между ними не существует. По мнению Уиттекера [12], видовое разнообразие в сообществах, подвергающихся стрессовым воздействиям, уменьшается. Однако в нашем случае для Калининского лесопарка мы наблюдали противоположную картину. Наиболее приближенные к застройке линии имели более высокие индексы. Для Шувакишского определенной закономерности выявлено не было. Повышение разнообразия сообществ в прилегающих к городу линиях, видимо, является результатом их экотонного характера. Проникновение в окрестности города гемисинантропов привело к увеличению числа обитающих в них видов животных.

Выводы. Анализ

Таким образом, в окрестностях города на разнообразие сообществ животных действуют разнонаправленные факторы: с одной стороны, происходит уменьшение видового разнообразия из-за стресса, с другой, его увеличение из-за вселения нетипичных для таежных лесов видов. В сумме два эти процесса дают спектр вариантов разнообразия сообществ, определяемых как результирующая составляющая обоих факторов, поэтому хотя и отмечается связь между фито- и зоообществами, но иногда она нарушается.

Работа выполнена при поддержке РФФИ – Урал проект № 07-04-96118.

Таблица 4

Показатели разнообразия сообществ в разных локалитетах

Показатель \ Линия	K1	K2	K3	Sh1	Sh2	Sh3
Количество видов	8	11	7	7	5	8
Число особей	93	131	83	65	116	75
Shannon_H	1,68	1,64	1,36	1,43	1,24	1,58
Simpson_D	0,79	0,76	0,69	0,70	0,69	0,72

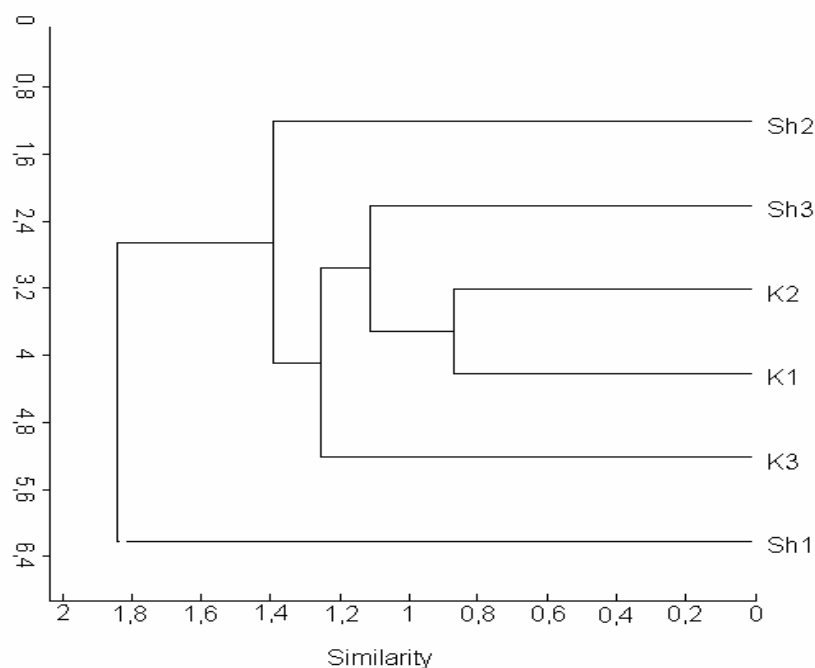


Рисунок 2. Дендрограмма распределения линий по характеристикам сообществ мелких млекопитающих. Условные обозначения те же, что на рисунке 1

Литература

1. Chernousova N.F., Tolkach O.V. Effect of urbanisation on some forest ecosystem components // VIII INTECOL. Ecology in a changing world. Seoul. Korea. 2002. - P. 34-35.
2. Большаков В.Н., Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В. Млекопитающие г. Екатеринбурга. – Екатеринбург, 2006. - С. 39-82.
3. Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В. Толкач О.В. Воздействие урбанизации на население землероек лесных экосистем // Экология в меняющемся мире. Материалы Всерос. конф. молодых ученых. – Екатеринбург, 2006. - С. 265-275.
4. Черноусова Н.Ф., Толкач О.В. Динамика сообществ мелких млекопитающих урбанизированных территорий // Синантропизация растений и животных. – Иркутск, 2007. - С. 163-166.
5. Толкач О.В., Черноусова Н.Ф., Добротворская О.Е. Лесопарки как составляющая городских экосистем // Урбозкосистемы: Проблемы и перспективы развития. – Ишим, 2008. - С. 151-152.
6. Черноусова Н.Ф. Особенности динамики сообществ мышевидных грызунов под влиянием урбанизации. I. Динамика видового состава и численности грызунов // Экология. – 2001. – № 3. – С. 186-192.
7. Черноусова Н.Ф., Толкачев О.В. Эктопаразиты мелких млекопитающих в среде различной урбаногенной нарушенности // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Материалы III Всерос. научной конференции. – Пущино, 2008. - С. 295-296.
8. Колесников Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. - 176 с.
9. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. - 64 с.
10. Иванов В.С. Лесопарковое хозяйство. – Л.: Стройиздат, 1984. - 160 с.
11. Черноусова Н.Ф. Демографическая структура популяций грызунов урбанизированных территорий на примере г. Екатеринбурга // Урбозкосистемы: Проблемы и перспективы развития. – Ишим, 2008. - С. 212-218.
12. Wittaker R.H. Dominance and diversity in land plant communities // Science. – 1969. – V. 147. - P. 250-260.