

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Завалин А. А.* Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005. 302 с.
3. *Зайцев В. Я.* Крестоцветные культуры — важнейший резерв увеличения кормов. Л., 1984. 19 с.
3. *Воробейков Г. А., Павлова Т. К., Кондрат С. В. и др.* Исследование эффективности штаммов ассоциативных ризобактерий в посевах различных видов растений // Известия РГПУ им. А. И. Герцена: Научный журнал. 2011. № 141. С. 114–123.
4. *Кацы Е. И.* Молекулярно-генетические процессы влияющие на ассоциативное взаимодействие с растениями. Саратов: Изд-во СарГУ, 2003. 167 с.
5. *Лебедев В. Н., Воробейков Г. А.* Влияние бактериальных препаратов на минеральное питание и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) // Агрехимия. 2006. № 12. С. 42–46.
6. *Лебедев В. Н.* Минеральное питание, рост и продуктивность горчицы белой (*Sinapis alba* L.) при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. СПб.; Пушкин: 2008. 18 с.
7. *Тихонович Н. А., Кожемяков А. П., Чеботарь В. К. и др.* Биопрепараты в сельском хозяйстве. М., 2005. 154 с.

REFERENCES

1. *Zavalin A. A.* Biopreparaty, udobrenija i urozhaj. M.: VNIIA, 2005. 302 s.
2. *Zajtsev V. Ja.* Krestotsvetnye kul'tury — vazhnejshij rezerv uvelichenija kormov. L., 1984. 19 s.
3. *Vorobejkov G. A., Pavlova T. K., Kondrat S. V. i dr.* Issledovanie effektivnosti shtammov assotsiativnyh rizobakterij v posevah razlichnyh vidov rastenij // Izvestija RGPU im. A. I. Gertsena: Nauchnyj zhurnal. 2011. № 141. S. 114–123.
4. *Katsy E. I.* Molekuljarno-geneticheskie protsessy vlijajushchie na assotsiativnoe vzaimodejstvie s rastenijami. Saratov: Izd-vo SarGU, 2003. 167 s.
5. *Lebedev V. N., Vorobejkov G. A.* Vlijanie bakterial'nyh preparatov na mineral'noe pitanie i produktivnost' gorchicy beloј (Sinapis alba L.) // Agrohimiја. 2006. № 12. S. 42–46.
6. *Lebedev V. N.* Mineral'noe pitanie, rost i produktivnost' gorchitsy beloј (Sinapis alba L.) pri inokuljatsii semjan assotsiativnymi rizobakterijami: Avtoref. dis... kand. s.-h. nauk. SPb.; Pushkin: 2008. 18 s.
7. *Tihonovich N. A., Kozhemjakov A. P., Chebotar' V. K. i dr.* Biopreparaty v sel'skom hozjajstve. M., 2005. 154 s.

*С. В. Лежнева**

Победитель конкурса поддержки публикационной активности молодых исследователей (проект 3.1.2, ПСР РГПУ им. А. И. Герцена)

МЕЖГОДОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПРИРОСТА ЕЛИ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ (на примере Вологодской области)

Приведены результаты измерений серий годовичных колец, анализ величин прироста ели, ее временной изменчивости в разных условиях произрастания. Выявлены особенности формирования годовичного прироста ели в Бабушкинском районе Вологодской области, определена степень влияния гидрометеорологических и космических факторов.

Ключевые слова: ель, дендроиндикация, радиальный прирост, лесные экосистемы, осадки, температуры, солнечная активность.

Inter-Annual Differences of Spruce Growth in the Southern Taiga (Vologda Region)

The paper presents the results of measurements of the series of annual rings, the analysis of increment of spruce, its perennial and spatial variability in the different conditions in Babushkino District in Vologda Region. The degree of influence of cosmic and meteorological factors has been determined.

Keywords: spruce, dendroindication, radial growth, forest ecosystems.

Для исследования прироста ели в разных условиях произрастания были заложены три пробные площади в Бабушкинском районе Вологодской области. Керны отбирались над корневой шейкой ствола с помощью бурава Пресслера в Леденгском и Бабушкинском участковых лесничествах. На каждой пробной площади проведен отбор кернов по два из десяти деревьев наибольшего возраста, описаны типы леса, состав древостоев, измерена высота и диаметр, навигатором зафиксированы координаты каждого модельного дерева. Всего собрано 60 кернов из 30 модельных деревьев. Краткое описание пробных площадей представлено в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей (Бабушкинское государственное лесничество)

Тип леса	Квартал, выдел	Координаты	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Напочвенный покров
Леденгское участковое лесничество					
Ельник приручейно-крупнотравный	Квартал 46, выдел 4	59° 44' 029–067" с.ш., 43° 07' 052–067" в.д.	40,1	21	Осоковые, папоротники, злаковые, сныть.
Ельник черничный	Квартал 46, выдел 4	59° 44' 124–146" с.ш., 43° 07' 127–176" в.д.	32,5	23	Черника, кислица, осоковые.
Бабушкинское участковое лесничество					
Ельник кисличный	Квартал 32, выдел 14	59° 44' 205–31" с. ш., 43° 07' 190–206" в.д.	37,3	25	Черника, кислица, осоковые
Среднее по ели			36,6	23	

Обработка собранных кернов выполнена в лаборатории кафедры физической географии и ландшафтоведения Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова [1]. Данные получены на основании измерений 5489 годичных колец. Они дали возможность определить межгодовую и многолетнюю изменчивость прироста деревьев в районе исследований (табл. 2–4).

Таблица 2

Величина прироста ели в приручейно-крупнотравном типе леса, мм

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1890						3,65	2,84	3,84	2,69	1,93
1900	2,11	2,49	2,57	2,4	2,48	2,36	2,07	1,81	1,89	2,14
1910	2,58	1,69	1,82	1,37	1,56	1,61	1,58	1,5	1,46	1,46
1920	1,86	2,33	2,21	2,22	2,14	1,73	2,1	2	2,64	2,22
1930	2,49	1,87	1,47	1,92	2,26	2,17	2,33	2,31	2,57	2,46
1940	1,92	2,68	3,18	2,72	2,83	2,95	2,6	2,75	2,66	2,6
1950	2,7	2,07	2,4	2,4	2,1	1,74	1,35	1,73	2,53	2,23
1960	1,96	2,45	2,56	2,25	1,63	1,67	1,69	1,57	1,56	2,05
1970	1,61	1,47	0,77	1,02	1,08	1,2	1,42	1,32	1,44	1,24
1980	1,22	1,02	1,3	1,7	1,46	1,53	1,67	1,7	0,85	1,07
1990	1,15	0,89	0,97	1,23	1,17	0,81	0,88	0,71	0,86	0,82
2000	0,79	0,87	0,69	1,12	1,49	1,37	0,82	1,19	1,21	1,32
2010	1,09	1,08	1,14							

Таблица 3

Величина прироста ели в черничном типе леса, мм

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1850			1,08	1,04	1,09	1,39	1,05	0,85	0,57	1,07
1860	1,56	0,71	0,52	0,52	0,35	0,38	0,36	0,55	0,46	0,9
1870	0,77	0,68	0,73	0,67	0,42	0,51	0,52	0,55	0,62	0,72
1880	0,68	0,67	0,53	1,17	0,98	0,49	0,61	0,79	0,92	0,63
1890	0,54	0,56	0,42	0,51	0,6	0,58	0,62	0,57	0,52	0,53
1900	0,61	0,87	0,76	0,67	0,9	0,93	0,94	0,82	0,99	1,39
1910	1,39	1,34	1,21	0,89	1,03	0,92	1,33	1,09	1,07	0,79
1920	0,78	1,17	1,34	2,07	1,75	1,59	1,63	1,13	1,38	1,15
1930	1,5	1,22	0,95	1,11	1,21	1,27	1,41	1,27	1,29	1,35
1940	1	1,46	1,67	1,46	1,54	1,65	1,63	1,74	1,68	1,7
1950	1,65	1,48	1,74	1,85	1,66	1,44	1,26	1,39	2,05	1,97
1960	1,4	1,6	1,67	1,46	1,18	1,2	1,28	1,16	1,15	1,52
1970	1,29	1,21	0,59	0,82	0,91	1,03	1,14	1,13	1,36	1,16
1980	1,04	0,94	1,16	1,34	1,17	1,15	1,51	1,45	0,95	1,14
1990	1,21	1,09	1,15	1,25	1,14	0,95	0,91	0,65	0,77	0,71
2000	0,83	0,79	0,75	0,99	1,25	1,13	0,78	1,04	1,12	1,42
2010	1,39	1,08	1,18							

Таблица 4

Величина прироста ели в кисличном типе леса, мм

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1920								3,11	4,01	3,14
1930	4,01	2,72	3,12	3,94	4,03	2,65	3,44	4,08	4,76	4,17
1940	2,51	5,08	5,64	4,36	4,18	4,91	3,77	3,53	3,39	3,46
1950	3,68	3,2	3,88	3,52	3,55	2,99	2,72	2,89	3,5	3,14
1960	1,96	2,79	2,89	2,56	2,04	1,99	2,1	1,93	2,05	2,69
1970	2,4	2,12	1,43	1,77	2,19	2,26	2,22	1,93	2,38	2,21
1980	1,99	2,47	3,35	3,91	3,62	3,67	3,38	3,16	2,17	3

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1990	2,29	2,35	2,59	2,58	2,62	1,66	2	1,59	1,75	1,55
2000	1,79	1,9	1,63	2,3	2,75	2,17	1,58	2,3	2,51	2,72
2010	2,56	2,59	2,63							

Для определения параллельности изменения прироста ели рассчитаны коэффициенты корреляции. Коэффициент корреляции в ельнике-кисличнике и ельнике-черничнике $r = 0,69$, а в ельнике приручейно-крупнотравном и в ельнике-черничнике $r = 0,64$, самый высокий $r = 0,78$ — между ельником кисличным и приручейно-крупнотравным. Высокие коэффициенты корреляции дают основание утверждать, что в многолетнем ходе прирост ели в районе исследований лимитируется в основном сходными факторами среды, на фоне которых происходит формирование прироста ели.

Для приведения измерений обобщенных серий по каждой пробной площади к сопоставимому виду и для нивелирования так называемой «кривой большого роста», присущей всем биологическим системам, проводилось их нормирование от 10-летней календарной нормы [2]. Сводные серии по каждому типу леса стали основой построения обобщенной серии годовых колец (рис. 1).

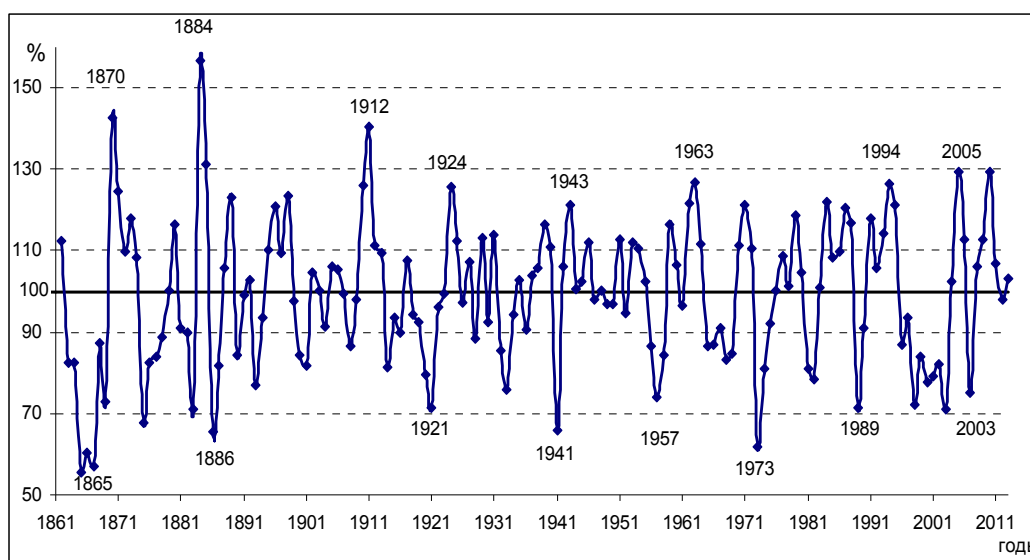


Рис. 1. Фрагмент обобщенной дендрограммы ели в разных типах леса (1861–2013 гг.)

Построение обобщенной дендрограммы дало возможность исключить индивидуальные особенности роста ели в каждом местопроизрастании и послужило основой для определения дат аномальных отклонения от многолетней нормы. Снятые с обобщенной дендрограммы даты представлены в табл. 5.

Даты с отклонениями прироста выше и ниже средней многолетней нормы

Годы максиму- мов	Тип леса			Годы миниму- мов	Тип леса		
	Ельник приручей- ный крупно- травный	Ельник черничный	Ельник кисличный		Ельник приручей- ный крупно- травный	Ельник чернич- ный	Ельник кислич- ный
1912	101,62	121,15		1921	86,79	55,75	
1924	103,49	147,96		1941	71,40	64,39	61,47
1943	118,26	107,53	138,13	1957	63,53	76,41	82,25
1963	132,03	122,61	125,65	1973	61,26	55,45	68,39
1994	129,61	127,16	122,97	1989	62,87	80,17	70,64
2005	137,07	123,76	127,02	2003	63,48	74,26	75,29
Среднее	120,34	125,03	128,44	Среднее	68,20	67,73	71,61

Средние показатели прироста больше нормы 120–128%, а меньше нормы — 67–71%. Амплитуда колебаний составляет 52–57%. Даты аномальных отклонений прироста годовых колец использованы для определения влияния факторов среды на их формирование [8; 9]. Для лет с аномально малым и большим приростом проведены выборки средних месячных значений гидрометеорологических и космических факторов. Более полное представление о значении факторов наблюдается при их анализе за 24 месяца: накануне аномальных периодов и в годы аномалий. Результаты анализа температуры и осадков по метеостанции Тотьма (40 км от мест отбора кернов) приведены на рис. 2 и 3.

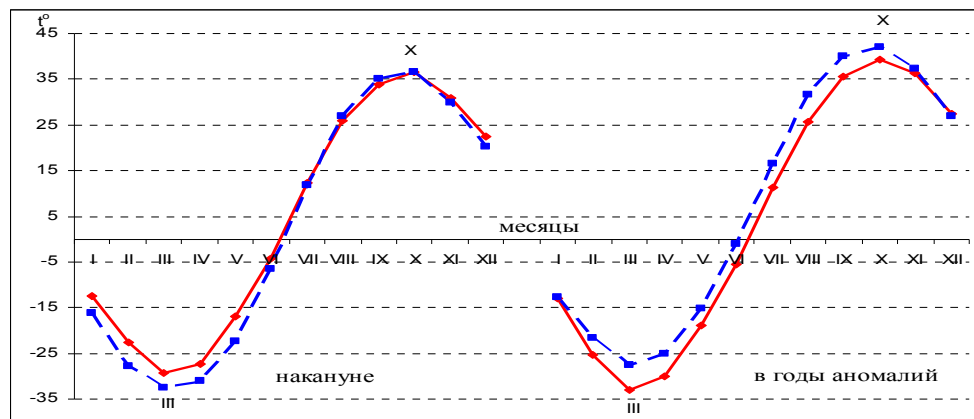


Рис. 2. Температура воздуха накануне и в годы аномально больших (сплошная) и малых (пунктирная) приростов ели нарастающим итогом (метеостанция Тотьма)

Накануне дат с аномально большим приростом в холодную часть года температура воздуха с января по май была более высокой, в остальную часть года температура почти не имела различий накануне противоположных аномалий. В годы аномально больших приростов, начиная с февраля и до октября, температура была ниже, чем в годы с малым приростом ели.

Для аномально больших приростов ели особенности распределения осадков начинают отчетливо проявляться с июня до октября предшествующего года (период вегетации). В период покоя малое количество осадков неблагоприятно для перезимовки и сказывается на приросте в следующем году.

В теплый период года накануне максимального прироста сумма осадков составляет 449 мм, а за такой же период в годы максимальных приростов — 391 мм. Накануне минимальных приростов за теплый период сумма осадков равна 385 мм, а в годы минимумов — 450 мм. Это дает основание заключить, что переувлажнение неблагоприятно влияет на прирост.

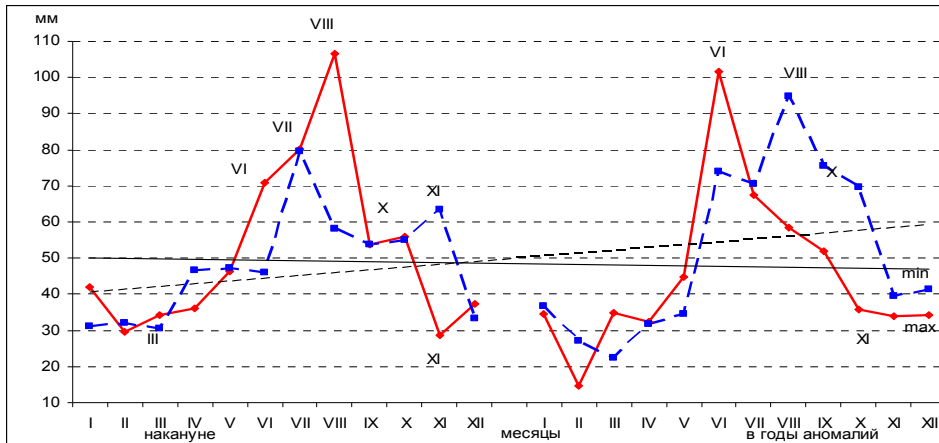


Рис. 3. Количество осадков накануне и в годы аномально больших (сплошная) и малых (пунктирная) приростов ели

О величине различий характеристик факторов среды за отдельные месяцы накануне и в годы с большими приростами используется показатель отношения факторов в даты противоположных аномалий прироста с умножением на 100%. Это позволяет судить, насколько велики или малы их ежемесячные и средние годовые различия. Расчеты отношений температуры и осадков в годовом исчислении накануне лет с аномалиями и в годы аномалий приведены в табл. 6, где жирным шрифтом выделены максимальные и минимальные значения каждого фактора. Накануне отношения температур изменяются от 76 до 195 %, а в годы аномалий — от 59 до 138%, т. е. их влияние снижается, роль осадков увеличивается: накануне — 45–184%, а в годы — 51–155%. Результаты расчета отношений факторов среды в годы аномально больших приростов к данным в годы малых приростов приведены на рис. 4.

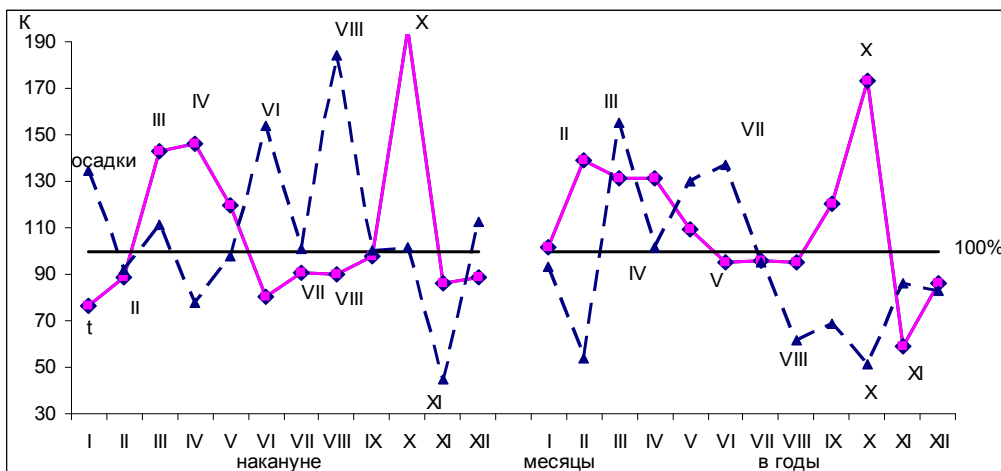


Рис. 4. Отношение температуры (сплошная линия) и осадков (пунктирная) накануне и в годы максимального прироста ели к данным в годы минимального прироста

Таблица 6

**Отношение факторов среды в годы больших приростов ели к данным в годы с малым приростом
(в годовом исчислении накануне и в годы аномалий, %)**

Накануне аномалий	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее значение
t	76,3	88,8	142,9	145,8	119,6	80,6	90,4	89,8	97,7	195,4	85,8	88,4	108,5
Осадки	134,3	92,1	111,5	77,6	97,9	154,1	100,9	184,0	100,1	101,7	45,1	112,4	109,3
В год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее
t	101,6	138,9	131,4	131,6	109,3	95,1	95,8	94,9	120,2	173,3	59,3	85,9	111,4
Осадки	93,5	54,1	155,2	101,8	130,2	137,3	95,4	61,5	68,8	51,3	86,2	82,8	93,2

Диапазон колебаний внутригодовых различий в таком построении дает возможность проследить, в какие месяцы накануне аномалий и в годы аномалий имеет преобладающее значение сочетание двух факторов. Превышение температур над линией 100% начинается с марта предшествующего года и продолжается до мая и повторяется в октябре. В летний период превышение прослеживается в осадках.

Как известно, «реки являются продуктом климата», так как в интегрированной форме могут характеризовать условия тепло- и влагообеспеченности. Следовательно, можно предположить, что годы аномальных приростов деревьев найдут отражение в колебаниях уровня воды в реке Сухоне. В работе использованы средние месячные значения уровней воды в р. Сухоне (гидропост в городе Тотьма, расположенном в 40 км от места сборов кернов). Данные этого гидропоста были проанализированы в годы аномально больших и малых приростов ели (рис. 5).

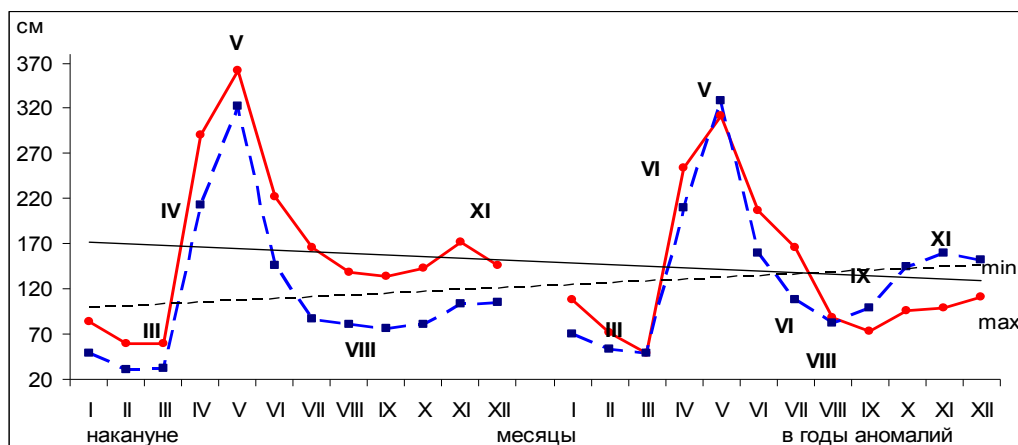


Рис. 5. Уровень воды в реке Сухоне в годы максимальных (сплошная линия) и минимальных (пунктир) приростов ели

Внутригодовое распределение уровней в р. Сухоне накануне дат с противоположными аномалиями прироста имеют хорошо выраженные различия, особенно с июня по ноябрь. В годы аномальных приростов эти различия выражены мало. Следовательно, для лет с аномально большим приростом характерно меньшее увлажнение, чем накануне.

В работе проведен анализ космических факторов в той же последовательности, как и гидрометеорологических характеристик. Величина солнечной активности уменьшается накануне и в годы максимальных приростов (за год изменяется от 778 до 654 ГэВ), а накануне и в годы минимальных приростов — увеличивается (от 995 до 1101 ГэВ). В распределении геомагнитной активности происходит смена знака. Ее высокие значения накануне благоприятны для роста (отношение значений в годы максимумов прироста сумма значений равна 300, в годы минимумов — 257), а в год аномалий благоприятнее пониженные показатели — 278 в годы больших приростов и 295 — в годы малых. Противоположная ситуация наблюдается в распределении галактических космических лучей. Накануне аномалий их повышенные показатели неблагоприятны для роста (отношение показателя в годы максимумов к годам минимумов 99%). Эти показатели выше в годы больших приростов и меньше в годы малых, отношение показателя в годы максимумов к годам минимумов 103%.

Отношения космических факторов среды внеземного происхождения представлены на рис. 6. Амплитуда колебания солнечной активности составляет 57% (от 45 до 102). Изменения геомагнитной активности — 50% (от 85 до 135). Отношение галактических космических лучей наиболее стабильное и меняется в пределах 98–105%.

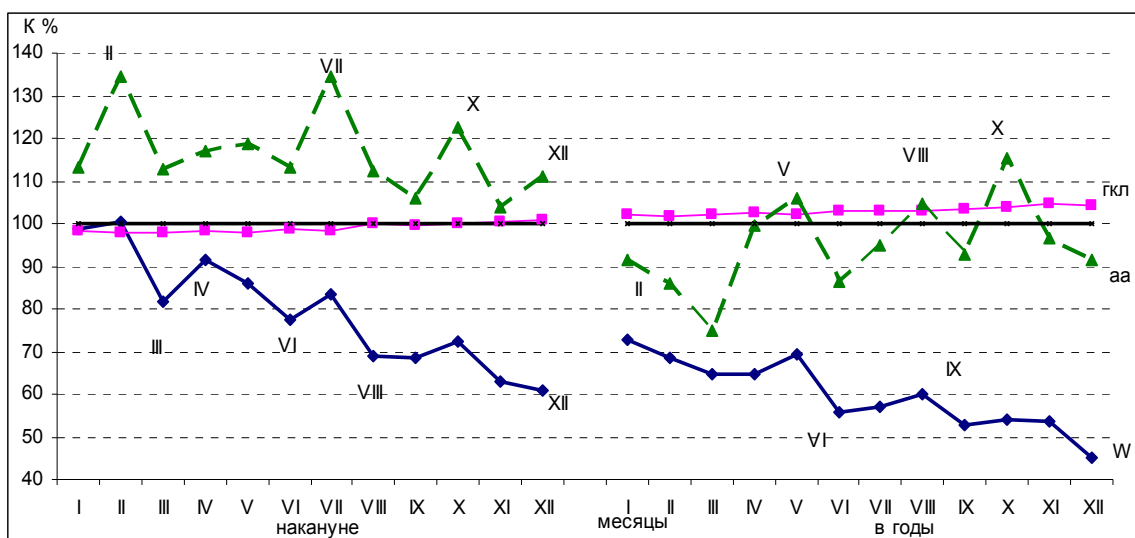


Рис. 6. Отношения внеземных факторов в годы максимального прироста или к данным в годы минимального (W — солнечная активность; aa — геомагнитная активность ГКЛ — галактические космические лучи)

Таблица 5

**Отношение факторов среды в годы больших приростов ели к данным в годы с малым приростом
(в годовом исчислении накануне и в годы аномалий, %)**

Накануне аномалий	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее значение
W	98,86	100,5	81,88	91,33	85,95	77,24	83,49	68,80	68,44	72,19	62,86	60,86	79,37
aa	113,2	134,5	112,9	117,1	118,7	113,2	134,3	112,4	105,9	122,5	103,8	111,22	116,6
ГКЛ	98,26	97,71	97,70	98,13	98,08	98,57	98,36	99,96	99,79	100,1	100,4	100,87	98,99
В год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее
W	72,79	68,39	64,73	64,48	69,20	55,90	57,14	59,89	52,81	53,86	53,44	45,26	59,82
aa	91,68	86,07	75,05	99,5	106,1	86,42	95,02	104,7	92,8	115,3	96,80	91,3	95,06
ГКЛ	101,9	101,6	102,1	102,6	102,3	103,1	103,1	103,1	103,3	103,9	104,7	104,3	103,1

Анализ космических факторов показал, что накануне аномалий и в годы аномалий разница галактических космических лучей незначительна. Различия между отношениями солнечной активности и геомагнитной активности в год, предшествующий аномалии, незначительны, а в год аномального прироста существенны (табл. 7). Благоприятные условия для аномально больших приростов формируются при пониженных значениях солнечной активности и при повышенных, т. е. при геомагнитной активности. Проведенный анализ космических факторов позволил определить, что вземные факторы имеют следующие отношения: геомагнитная активность от 75 до 135%, солнечная активность — от 45 до 100%, галактические космические лучи — от 98 до 105%. Это дает основание заключить, что при высокой геомагнитной активности создаются благоприятные условия для роста ели, тогда как высокая солнечная активность и ГКЛ создают условия, неблагоприятные для роста деревьев.

Выполненные исследования межгодовых различий прироста ели в трех типах леса на основании 5489 измерений показали: высокую согласованность формирования прироста в многолетнем ходе; ель в разных условиях произрастания реагирует лучше на благоприятные условия для роста, чем на пессимальные. Межгодовые колебания прироста в ельнике приручейно-крупнотравном — от 0,69 до 3,84 мм (61–155%), в ельнике черничном — от 0,35 до 2,07 мм (54–241%), в ельнике кисличном — от 1,43 до 5,64 мм (61–138%) Оптимальными для роста ели среди гидрометеорологических факторов являются пониженные температуры и повышенное количество осадков, пессимальными — высокие температуры и сильное переувлажнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лежнева С. В.* Отчет о прохождении стажировки на кафедре физической географии и ландшафтоведения МГУ им. М. В. Ломоносова / Под общ. ред. Н. В. Ловелиуса. СПб.: Астерион, 2013. 24 с.
2. *Ловелиус Н. В.* Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных явлений. Л.: Наука, 1979. 231 с.

REFERENCES

1. *Lezhneva S. V.* Otchet o prohozhdenii stazhirovki na kafedre fizicheskoj geografii i landshaftovedenija MGU imю M. V. Lomonosova / Pod obshchej red. N. V. Loveliusa. SPb.: Asterion, 2013. 24 s.
2. *Lovelius N. V.* Izmenchivost' prirosta derev'ev. Dendroindikacija prirodnyh processov i antropogennyh javlenij. L.: Nauka, 1979. 231 s.

E. E. Prokhorova, E. A. Zhemchuzhnikova, G. L. Ataev*

Победитель конкурса поддержки публикационной активности молодых исследователей (проект 3.1.2, ПСР РГПУ им. А. И. Герцена)

Использование RAPD-анализа для изучения генетической популяционной изменчивости моллюсков *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata)

*Разработана и стандартизирована методика молекулярного генотипирования моллюсков *Planorbarius corneus* с помощью RAPD-анализа. Проведен анализ фенотипического разнообразия трех популяций роговых катушек, обитающих на территории Ленинградской и Калининградской областей. Отобраны праймеры, позволяющие выявлять межпопуляционные различия между моллюсками из разных популяций.*

Ключевые слова: моллюски, *Planorbarius corneus*, RAPD-анализ, генетический полиморфизм.

E. Prokhorova, E. Zhemchuzhnikova, G. Ataev

Application of RAPD For the Investigation of Populational Variability of *Planorbarius corneus* snails (Gastropoda, Pulmonata)

*The method of molecular genotyping of *Planorbarius corneus* snails by RAPD-analysis was developed. Populational variability in three populations of *P. corneus* from Leningradskaya Oblast and Kaliningradskaya Oblast was analysed. Three primers for the detection of intrapopulation differences between snails form different populations were selected.*

Keywords: snails, *Planorbarius corneus*, RAPD, genetic variability.

По морфологическим критериям моллюск *Planorbarius corneus* является очень полиморфным видом [3]. В литературе даже существует точка зрения, что роговая катушка представляет собой сборную группу близких совместно обитающих видов [2; 5; 6].

В случаях, когда морфологические критерии оказываются недостаточными или спорными, для видовой идентификации моллюсков все чаще используют методы молекулярного генотипирования. Одной из методик, позволяющих оценить генотипический полиморфизм популяций, является генотипирование с помощью полимеразной цепной реакции со случайными праймерами (RAPD-анализ). В настоящее время RAPD-анализ широко используется в изучении генома для генотипирования, конструирования генетических карт, анализа генетической структуры популяций, маркирования признаков [11; 16; 17]. Однако существенным недостатком этого метода является чувствительность к экспериментальным условиям и необходимость стандартизации протокольных компонентов для каждого объекта [8].