

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ

Т.А. Комарова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

Состав и структуру растительного покрова в наибольшей степени определяет комплекс прямодействующих экологических факторов, таких как свет, тепло, влага, почвенное плодородие и пр., которые в совокупности составляют понятие «условия местообитания», или «экотоп» (Раменский, 1924; Сукачев, 1931). Однако оценить эти факторы путем одноразового учета без длительных стационарных исследований практически невозможно, так как показатели их в момент наблюдений не отражают суточный, сезонный и многолетний режимы.

Экологические особенности среды можно установить и по комплексу косвеннодействующих факторов (положению в рельефе, типам почв, уровню залегания грунтовых вод и т. д.), которому соответствует понятие «условия местоположения», или «энтопий» (Раменский, 1938). На основе энтопических показателей построены многочисленные схемы типов местоположения, или типов земель, типов лесорастительных условий и других понятий, используемых разными авторами как синонимы. Вместе с тем сильная вариабельность энтопических показателей в горных районах затрудняет практическое осуществление их учета по градиентам изменчивости и в комплексной увязке.

Оценку совокупного воздействия всех факторов среды в многообразных их соотношениях позволяют получить методы индикации, основанные на увязке признаков растительного покрова и градиентов ведущих факторов среды. Оценка условий местообитания по признакам растительного покрова имеет определенные преимущества, так как в ней отражается не только суммарное воздействие

среды, но и влияние каждого отдельного фактора на жизнедеятельность растений. Как подчеркнул Л.Г. Раменский (1971:183), «растительный покров – главная и конечная инстанция в экологической оценке земель».

Для проверки надежности использования индикационных методов, основанных на оценке градиентов экологических факторов по признакам растительного покрова, в настоящей работе предпринята попытка сопоставить результаты, полученные с помощью региональных экологических шкал, с показателями режимных стационарных наблюдений за элементами микроклимата и экологическими свойствами почв в биогеоценозах, расположенных на разных элементах рельефа вдоль эколого-топографического профиля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для сравнительного анализа были использованы опубликованные материалы (Дорошенко, 1979, 1980, 1982; Шатковская, 1986; Шатковская и др., 1990; Почвообразование ..., 1993; и др.) стационарных режимных наблюдений за температурой и влажностью воздуха и почвы, которые были проведены в период с 1976 по 1988 г. на 7 метеопостах (мп.), размещенных на поперечном профиле бассейна руч. Березовый (приток р. Правая Соколовка) на территории Верхнеуссурийского стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН (Южный Сихотэ-Алинь). Рядом с метеопостами были заложены 5 постоянных пробных площадей (п.п.) в среднем по 0,25 га, на которых были изучены состав и структура древостоев и нижних ярусов растительности (Глаголев и др., 1979), а также химический состав и водно-физические свойства почвы (Костенкова, 1979; Почвообразование ..., 1993).

В 1997 и 1998 гг. нами было проведено повторное обследование ранее заложенных 5 постоянных пробных площадей и охарактеризованы еще 3 вновь заложенных (89-1997, 92-1997 и 93-1997). На всех восьми пробных площадях было проведено детальное геоботаническое описание и установлено количественное участие растений каждого вида всех ярусов. Таксационная характеристика древостоев была дана С.Г. Глушко. Из энтопических показателей учитывали крутизну, экспозицию и открытость склонов, механический состав почвы, мощность гумусового горизонта и подстилки.

Т.М. Ильиной была определена кислотность водной вытяжки из верхних слоев почвы. В связи с отсутствием данных по температуре почвы на трех пробных площадях в работе А.В. Дорошенко (1980) нами были проведены дополнительные наблюдения за изменением температурного режима гумусового горизонта почвы на всех пробных площадях в летние периоды 1997 и 1998 гг. Измерение температуры почвы на каждой пробной площади проводилось в 30-кратной повторности, а затем определялись их средние показатели.

Для индикации градиентов условий среды по характеру растительного покрова были использованы региональные экологические шкалы, разработанные для среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня по трем ведущим экологическим факторам – температурно-му режиму, увлажнению и активному богатству почв (Комарова, Ащепкова, 2000).

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВДОЛЬ ЭКОЛОГО-ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Биогеоценозы, в которых были заложены постоянные пробные площади, расположены преимущественно на юго-западных и северо-восточных склонах в пределах от 620 до 800 м над ур. моря (рис.1). Эта высотная полоса находится на контакте широколиственно-кедровых и пихтово-еловых лесов и представлена главным образом сообществами трех субформаций – широколиственно-темнохвойно-кедровой, темнохвойно-кедровой и долинной ясенево-ильмово-темнохвойной. Разнообразие лесных сообществ на исследованном профиле представлено 5 типами леса, названия которых и номера пробных площадей, в сообществах которых они были заложены, приведены ниже:

- 1) широколиственно-темнохвойно-кедровый лианово-кустарниковый папоротниково-осоково-хлорантовый (93-1997);
- 2) темнохвойно-кедровый лимонниково-лещинный низкотравно-мелкоосоковый (п.п. 4-1977);
- 3) темнохвойно-кленово-кедровый лианово-кустарниковый мелкоосоково-разнотравный (15-1977; 92-1997);
- 4) темнохвойно-желтоберезово-кедровый актинидиево-чубушниковый разнотравно-папоротниковый (п.п. 16-1977; 17-1977; 18-1977);

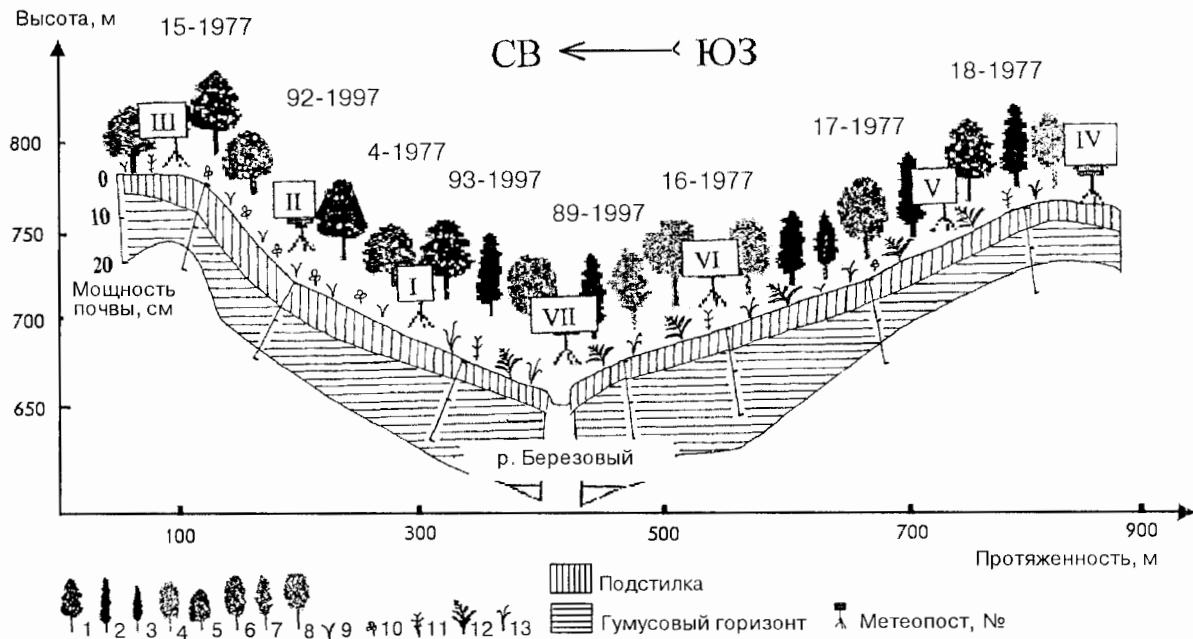


Рис. 1. Расположение пробных площадей и метеопостов на эколого-топографическом профиле. 1 – сосна корейская; 2 – ель аянская; 3 – пихта белокорая; 4 – липа Таке; 5 – клен мелколистный; 6 – ильм горный (лопастный); 7 – ясень маньчжурский; 8 – береза желтая; 9 – мелкие осики; 10 – низкотравье; 11 – разнотравье; 12 – папоротники; 13 – осики среднего размера. I–VII – номера метеопостов

5) ясенево-ильмово-темнохвойный актинидиево-кустарниково-крупнотравно-осоково-папоротниковый (п.п. 89-1997).

В большей части биогеоценозов древостои развиваются по III классу бонитета, однако значительно различаются по составу и структуре в зависимости от экспозиции, крутизны и высотного положения участков, на которых они произрастают (табл.1; рис. 2). На юго-западном склоне в составе древостоев господствует глав-

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев и подроста на пробных площадях

Пробная площадь, №	Подъём (высотные пределы, м)	Состав (по запасу), возраст, лет	Число живых стволов на 1 га	Сомкнутость крон	Средние для преобладающей породы		Запас, м/га	Бонитет
					высота, м	диаметр, см		
15	I(18,1-27)	6К(170-220)2Лт(170)1Бж1Км+Еа,Пб	148	04	21-24	36-44	164,5	IV
	II(12,1-18)	8Км(170-200)1Иг(120)1Лт+Бж,К,Пб	436	09	15-17	20-32	169,4	
	III(4,1-12)	5Км(110-120)3Пб(140)2К+Лт,Км	185	02	8-10	8-12	14,1	
	подрост	3Пб3Км2К1Кз1Лт+Еа,Иг,Са,В	6600		0,2-1,5			
92	I(20,1-30)	8К(170-210)1Бж1Бпл+Лт,Еа	197	08	22-25	44-52	322,4	III
	II(13,1-20)	4К3Км2Лт1Пб+Кж,Иг,Еа	201	06	16-19	20-32	79,6	
	III(4,1-13)	5Пб3Км1Лт1Кз1Кж+К,Иг,Еа,Рп,Вм	785	03	7-10	8-12	17,5	
	подрост	4К3Пб2Км1Лт+Еа,Вм,Са,Иг	6325		0,2-1,5			
4	I(19,1-27)	7К(160-220)2Бж1Лт+Еа,Бпл	254	07	20-25	33-40	304,4	III
	II(13,1-19)	3К4Лт1Еа1Пб1Км	174	02	15-17	18-27	52,9	
	III(4,1-13)	5Пб3Лт1К1Км+Еа,Иг,Вм,Са,Рп,Кз	866	03	5-7	6-9	15,6	
	подрост	3К3Пб3Км1Лт+Еа,Кз,Вм,Са,Иг	6600		0,2-1,3			
93	I(20,1-27)	4К(160-220)4Бж1Лт1Еа+Дм	129	05	22-25	44-52	212,5	III
	II(14,1-20)	5Пб2Еа2К1Лт+Км	260	03	16-18	20-28	85,2	
	III(4,1-14)	4Еа3Пб1Лт1Км1Са+Кз,Рп,Вм,Иг,Кж	811	03	5-8	7-10	24,7	
	подрост	3К2Пб2Км2Лт1Еа+Кз,Иг,Кж,Ям,Дм	3375		0,3-4,0			
89	I(18,1-24)	5Иг(140-180)3Еа1Ям1Пб+Тк,Лт	111	03	19-21	32-54	95,7	IV
	II(12,1-18)	3Иг2Лт2Пб1Кз1Км1Бж+Бх,Тк	140	03	14-17	18-29	33,3	
	III(4,1-12)	3Лт3Кз2Бж1Бх1Чм+Еа,Пб,Ям,Иг,Ор	966	04	6-8	7-10	17,2	
	подрост	3Еа3Пб1Лт1Иг1Ям1К+Кж,Кз	1675		0,3-4,0			
16	I(19,1-31)	5Бж(190-210)3Лт1К1Еа+Иг	122	04	21-25	35-40	289,6	III
	II(12,1-19)	5Пб4Еа1К	112	05	15-18	18-24	38,5	
	III(4-12)	5Еа5Пб+К,Км,Лт,Иг	198	02	9-11	9-11	14,4	
	подрост	3Пб3Лт2Еа1К1Кз+Иг,Бж,Ям,Вм	4200		10-25			

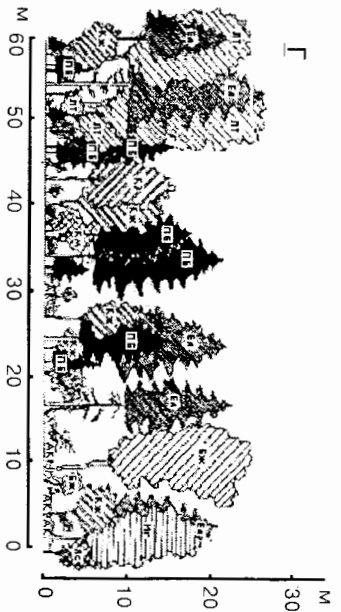
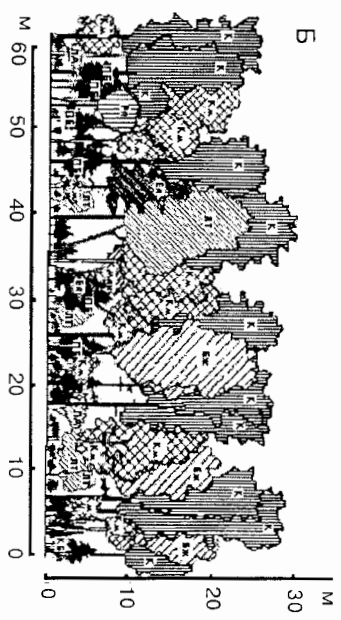
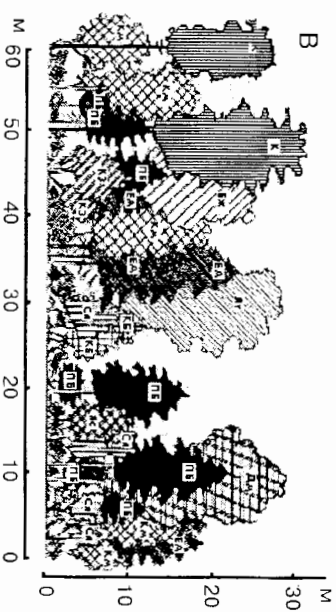
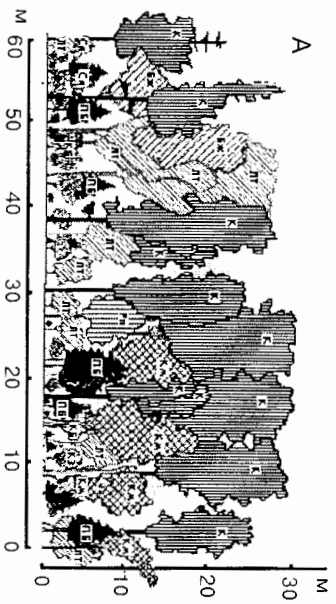
Пробная площадь, №	Подъярус (высотные пределы, м)	Состав (по запасу), возраст, лет	Число живых стволов на 1 га	Сомкнутость крон	Средние для преобладающей породы		Запас, м/га	Бонитет
					высота, м	диаметр, см		
17	I(20,1–30)	4Бж(200)3Лт2К1Еа	132	07	25–23	50–67	340,1	III
	II(13,1–20)	4П63Еа2Лт1Иг+К,Км,Кж,Кз,Бж	292	06	15–18	19–23	84,9	
	III(4,1–13) подрост	5П62Кж1Лт1Кз1Км+Еа,Иг,К,Бж	924	04	8–9	9–11	35,6	
		3П63Лт1Еа1К1Иг1Бж+Км,Кз,Кж,Ям	5025		25–150			
18	I(21,1–30)	7Бж(190–210)2Лт1К+Еа	138	07	24–26	50–60	345,2	III
	II(12,1–20)	6П62Еа1Лт1Км+К	220	06	16–18	18–22	52,6	
	III(4,1–12) подрост	4П64Еа1К1Лт+Рп,Кж,Кз	580	03	6–8	4–6	33,6	
		4П63Лт1К1Еа1Кз+Иг,Бж,Кж,Вм,Рп	2650		25–150			

Примечание. Для обозначения древесных пород использованы следующие сокращенные обозначения: Бж – береза желтая, Бпл – береза плосколистная, Бх – бархат амурский, Вм – вишня Максимовича, Дм – дуб монгольский, Еа – ель аянская, Иг – ильм горный, К – сосна корейская, Кж – клен желтый, Кз – клен зеленокорый, Км – клен мелколистный, Лт – липа Таке, Ор – орех маньчжурский, Пб – пихта белокорая, Рп – рябина похуашанская, Са – сирень амурская, Тк – тополь корейский, Чм – черемуха Маака, Ям – ясень маньчжурский.

ным образом сосна корейская, или «кедр» корейский (*Pinus koraiensis*)* с примесью липы Таке (*Tilia taquetii*), клена мелколистного (*Acer mono*) и березы желтой (*Betula costata*). В качестве сопутствующих видов выступают ель аянская (*Picea ajanensis*) и пихта белокорая (*Abies nephrolepis*). Дуб монгольский (*Quercus mongolica*), как более теплолюбивая порода, редко поднимается выше 650 м над ур. моря и был отмечен на исследованном профиле только в одном широколиственно-темнохвойно-кедровом лесу (п.п. 93-1997), расположенном в нижней части умеренно крутого склона. В верхней части этого склона и на пологом водоразделе во втором подъярусе древостоя преобладает клен мелколистный, который лишь единичными экземплярами представлен в верхней части противоположного склона.

На северо-восточном склоне ведущую роль в сложении древостоев играют ель аянская и пихта белокорая с примесью березы

* * Названия растений приводятся по сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1985–1996).



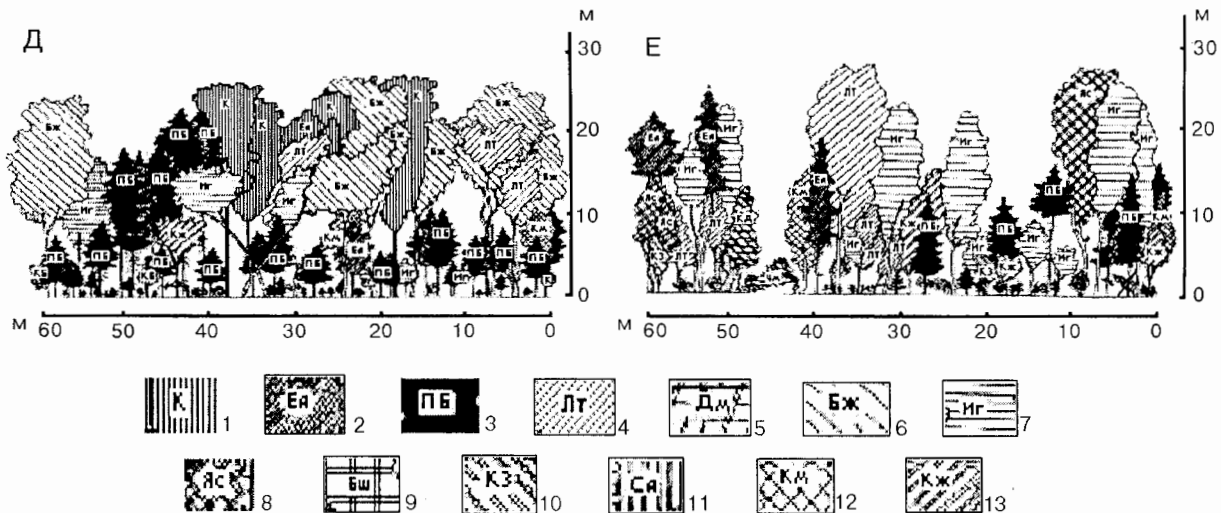


Рис. 2. Профильные диаграммы древостоев разных типов леса:

А – темнохвойно-кедрового лимонниково-лещинного (п.п. 4-1977); Б – темнохвойно-кедрового лианово-кустарникового (п.п. 15-1977); В – широколиственно-темнохвойно-кедрового папоротниково-осоково-хлорантового (п.п. 93-1997); Г и Д – темнохвойно-кедрового актинидиево-чубушникового (п.п. 17-1977 и 16-1977); Е – ясенево-ильмово-темнохвойного крупнотравно-осоково-папоротникового (п.п. 89-1997). 1 – сосна корейская; 2 – ель аянская; 3 – пихта белокорая; 4 – липа Таке; 5 – дуб монгольский; 6 – береза желтая; 7 – ильм горный (лопастный); 8 – ясень маньчжурский; 9 – береза шерстистая; 10 – клен зеленокорый; 11 – сирень амурская; 12 – клен мелколистный; 13 – клен желтый

желтой, липы Таке и «кедра» корейского. В долине ручья и нижней части этого склона в верхнем пологе древостоя преобладают ильм горный, или лопастный (*Ulmus laciniata*), и ель аянская с примесью ясеня маньчжурского (*Fraxinus mandshurica*) и других видов. В нижней и средней частях северо-западного склона в 1970 г. была проведена выборочная рубка крупных деревьев ели, пихты и «кедра», поэтому участие их в верхнем пологе древостоев незначительное. В наибольшей степени вырубку хвойных пород проводили на п.п. 16-1977, и их место в верхнем пологе древостоя заняли береза желтая и липа Таке.

Наибольшим видовым разнообразием (99 видов сосудистых растений) и сложностью структуры отличается сообщество широколиственно-темнохвойно-кедрового леса (п.п. 93-1997), развивающееся на среднесуглинистых довольно глубоких бурых горно-лесных почвах. Последние хорошо дренированы с постоянным и устойчивым увлажнением за счет подтока почвенно-грунтовых вод с вышележащих участков. Сомкнутый древостой не препятствует пышному развитию кустарников, деревянистых лиан и травянистых растений, состав и количественное участие которых приводятся в табл.2 и 3.

Выше по крутому юго-западному склону располагается сообщество темнохвойно-кедрового лимонниково-лещинного низкотравно-мелкоосокового типа леса (п.п. 4-1977), отличающееся от предыдущего фитоценоза более бедным видовым составом (53 вида) и менее сложной структурой. Развивается оно на маломощных свежих, периодически сухих бурых горно-лесных почвах. Увлажнение непостоянное, в основном за счет атмосферных осадков и подтока почвенно-грунтовых вод с вышележащих участков. Под пологом сомкнутого древостоя преимущественно из кедра корейского обильно разрастаются кустарники и лианы, в то время как травяной покров довольно редкий и невысокий, главным образом из вегетативно-подвижного низкотравья и мелких осок (табл.3).

В верхней крутой части и на пологом водоразделе формируются фитоценозы темнохвойно-кленово-кедрового лианово-кустарникового мелкоосоково-разнотравного типа леса (п.п. 15-1997; 92-1997), отличающиеся довольно разнообразным флористическим составом (57 и 52 вида). Под пологом сомкнутого древостоя активно развиваются кустарники и деревянистые лианы, состав и количественное участие которых приведены в табл. 2 и 3. Сильное за-

Таблица 2

Частное проективное покрытие кустарников и деревянистых лиан на пробных площадях

Вид растений	Пробная площадь, %							
	15	92	4	93	89	16	17	18
Общее покрытие кустарникового яруса, %	65	60	55	60	55	35	65	20
<i>Abelia koreana</i> Nakai				1				
<i>Acer barbinerve</i> Maxim.	20	10	10	10	1	1	10	3
<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim.) Maxim.	15	10	6	17	25	15	5	15
<i>Berberis amurensis</i> Rupr.	1	3	1	1		<1	5	<1
<i>Corylus mandshurica</i> Maxim. ex Rupr.	10	10	15	8	15	5	10	2
<i>Eleutherococcus senticosus</i> (Rupr. et Maxim.)	15	13	5	5	8	3	15	2
<i>Euonymus macroptera</i> Rupr.	1	1	2	1	<1	<1	3	<1
<i>Euonymus pauciflora</i> Maxim.	1	3	2	5		<1	5	<1
<i>Lonicera chrysantha</i> Turcz. ex Ledeb.	5	3	1	1	<1		7	
<i>Lonicera maximowiczii</i> (Rupr.) Regel					<1		3	
<i>Philadelphus tenuifolius</i> Rupr. ex Maxim.	7	6	5	4	10	10	10	7
<i>Ribes mandshuricum</i> (Maxim.) Kom.	2	1	<1	3	3	<1	5	<1
<i>Ribes maximoviczianum</i> Kom.	5	6	3	5	1	1	5	<1
<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	15	15	8	15	2	1	15	2
<i>Spiraea ussuriensis</i> Pojark.	3		<1	1				
<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	1	<1	1	3				

тенение почвы кустарниками и сомкнутым пологом древостоя препятствует активному разрастанию травянистых растений. В резко мозаичном травяном покрове наиболее успешно развиваются вегетативно-подвижные растения теневого мезофитного разнотравья и мелкотравья, а также невысокие осоки (табл. 3).

Достаточно разнообразными по составу (59–65 видов) и сложными по структуре являются фитоценозы темнохвойно-желтоберезово-кедрового актинидиево-чубушникового разнотравно-осоково-папоротникового типа леса, произрастающие на крутых и среднекрутых участках северо-восточного склона в их средних и верхних частях. Почва бурая горно-лесная влажная, периодически свежая, нейтральная или слабокислая (рН 5,8–6,0). В хорошо развитом подлеске этих сообществ преобладает чубушник тонколиственный (*Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim.), а из лиан наиболее обильна актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta* Maxim.). Травяной покров хорошо развит и представлен из мезофитного и гигромезофитного разнотравья, папоротников и реже осок.

Таблица 3

**Частное проективное покрытие травянистых растений
и кустарничков на пробных площадях**

Вид растений	Пробная площадь, %							
	15	92	4	93	89	16	17	18
Общее проективное покрытие кустарничково-травяного яруса	45	40	25	60	70	75	60	65
<i>Aconitum szzukinii</i> Turcz.	<1			<1			<1	<1
<i>Actaea acuminata</i> Wall. ex Royle	2	1		<1	<1	<1	<1	
<i>Adiantum pedatum</i> L.	3	2	2	5	4	2	1	3
<i>Adoxa moschatellina</i> L.			<1	<1	1	<1	<1	<1
<i>Anemonoides reflexa</i> (Steph.) Holub	1		<1	1	<1		<1	<1
<i>A. udensis</i> (Trautv. et Mey.) Holub	1		1	1		<1	<1	<1
<i>Athyrium sinense</i> Rupr.	1			<1	10	1	1	1
<i>Atragene ochotensis</i> Pall.				<1				
<i>Bupleurum longiradiatum</i> Turcz.	<1		1	1				
<i>Cacalia auriculata</i> DC.				2	10			
<i>C. hastata</i> L.				<1	<1	<1	<1	<1
<i>C. praetermissa</i> (Pojark.) Pojark.	<1			<1	7	2		
<i>Cardamine leucantha</i> (Trausch.) Schulz	2			<1	2	<1	3	3
<i>Carex campylorhina</i> U. Krecz.	7			1	3	<1	15	15
<i>C. pallida</i> C.A.Mey.				1		2		
<i>C. planiculmis</i> Kom.				2	<1			
<i>C. pseudosabynensis</i> (Egor.) Kozhevnikov	6							
<i>C. quadriflora</i> Ohwi							2	
<i>C. reventa</i> U. Krecz.	5	3	2	5		5	5	5
<i>C. ussuriensis</i> Kom.	2	3	2	10		3	3	3
<i>C. xyphium</i> Kom.	1	2	1	3	1	1	3	3
<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold				7				
<i>Chrysosplenium pilosum</i> Maxim.					2	2		<1
<i>Ch. ramosum</i> Maxim.					1	<1		
<i>Cinna latifolia</i> (Trev.) Griseb.	3	<1		1	2	<1	1	<1
<i>Circaea alpina</i> L.	2			<1	<1	<1		
<i>C. lutetiana</i> L.				<1	1	<1		
<i>Clintonia udensis</i> Trautv. et Mey.						1		
<i>Convallaria keiskei</i> Miq.				1				
<i>Daphne kamtschatica</i> Maxim.	<1	<1						
<i>Dioscorea nipponica</i> Makino				1				
<i>Diplazium sibiricum</i> (Turcz. ex Kunze) Kurata				3	3	5		
<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	5	1		2	3	7		5
<i>D. expansa</i> (Presl) Fras.-Jenk. et Jermy							<1	1
<i>D. sichotensis</i> Kom.						1		1
<i>Enemion raddeanum</i> Regel				<1	5	2		2
<i>Equisetum hiemale</i> L.				<1	2			
<i>Filipendula camtschatica</i> (Pall.) Maxim.				<1	<1			
<i>Galium davuricum</i> Turcz. ex Ledeb.	2	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Продолжение табл. 3

Вид растений	Пробная площадь, %							
	15	92	4	93	89	16	17	18
<i>G. paradoxum</i> Maxim.				<1	5	2		1
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.			<1	<1			<1	<1
<i>G. jessoense</i> (Koidz.) Koidz.		1	2	<1			1	1
<i>Huperzia serrata</i> (Thunb.) Rothm.					<1			1
<i>Hylomecon vernalis</i> Maxim.	1			1	2	<1	1	1
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.				<1	3	1		
<i>Iris uniflora</i> Pall. ex Link.		<1	<1					
<i>Lamium barbatum</i> Siebold et Zucc.	1	1		1	3	1	1	1
<i>Lathyrus humilis</i> (Ser.) Spreng.				<1				
<i>L. komarovii</i> Ohwi				<1				
<i>Leptorumohra amurensis</i> (Christ) Tzvel.						25		10
<i>Lilium distichum</i> Nakai							<1	
<i>Lunathyrium pycnosorum</i> (Christ) Koidz.	<1			<1	15	1		
<i>Lycopodium obscurum</i> L.				<1	<1	<1	<1	1
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	5	2	5	7	1	1	<1	2
<i>M. intermedium</i> Worosch.		1	1	3		<1	<1	3
<i>Mitella nuda</i> L.		2	1	3	1	1	1	1
<i>Neomolinia mandshurica</i> (Maxim.) Honda			<1	<1			1	
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House		<1	<1	<1				
<i>Oxalis acetosella</i> L.	7	5	1	3	1	2	7	1
<i>Paeonia obovata</i> Maxim.	7	5	1	<1			<1	<1
<i>Panax ginseng</i> C. A. Mey.		<1	<1					
<i>Paris mandshurica</i> Kom.	2	2	1	1	1		<1	
<i>Phegopteris connectilis</i> (Michx.) Watt				<1	1	2		1
<i>Phrima leptostachya</i> L.	2	3		1			1	5
<i>Polygonatum involucreatum</i> Maxim.				<1				
<i>Polemonium liniflorum</i> V.Vassil.				<1				
<i>Polypodium sibiricum</i> Sipl.			<1	<1				
<i>Pseudocystopteris spinulosa</i> (Maxim.) Ching				2		2	1	
<i>Pseudostellaria sylvatica</i> (Maxim.) Pax	<1		<1	<1				
<i>Pyrola renifolia</i> Maxim.				<1				
<i>Rabdosia excisa</i> (Maxim.) Hara					<1			
<i>Rhizomatopteris sudetica</i> Khokhr.					1	<1	<1	
<i>Rubia cordifolia</i> L.	<1			<1	<1			
<i>Scutellaria ussuriensis</i> (Regel) Kudo		<1		<1	1	2	1	1
<i>Solidago deccurens</i> Lour.				<1				
<i>Thalictrum filamentosum</i> Maxim.	10	12	5	3	10		5	
<i>Th. tuberiferum</i> Maxim.	5	7	1	1	1	2	3	3

Вид растений	Пробная площадь, %							
	15	92	4	93	89	16	17	18
<i>Trigonotis radicans</i> (Turcz.) Stev.		<1	<1	<1	2	1	<1	
<i>Uraspermum aristatum</i> (Thunb.) O. Kuntze		<1		1	1		2	5
<i>Urtica angustifolia</i> Fisch. ex Homem.				<1	1			
<i>U. laetevirens</i> Maxim.				<1				
<i>Vincetoxicum acuminatum</i> Decne.				<1				
<i>Viola collina</i> Bess.	<1	<1	<1	<1				
<i>V. sachalinensis</i> Boissieu			<1	<1				
<i>V. selkirkii</i> Pursh ex Goldie	1	2	<1	<1	2	5	1	2

Сложным по строению и разнообразным по видовому составу (70 видов) является сообщество ясенево-ильмово-темнохвойного актинидиево-кустарникового крупнотравно-осоково-папоротникового типа леса (п.п. 89-1997), занимающего нижнюю часть пологого северо-восточного склона. Почва бурая горно-лесная тяжелосуглинистая, а в узкой долине ручья остаточной-пойменная с погребенным профилем. В хорошо развитом подлеске доминируют неморальные кустарники (табл. 2). В «окнах» древостоя густые заросли образует актинидия коломикта. Травяной покров хорошо развит, многовидовой и представлен разнообразными папоротниками, осоками и крупными травами (табл. 3).

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ БИОГЕОЦЕНОЗОВ С ПОМОЩЬЮ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Стационарные наблюдения в период с 1976 по 1980 и с 1984 по 1988 гг. на 7 метеопостах показали значительные колебания в суточном, сезонном и многогодичном режимах всех исследованных экологических факторов. Об изменении температуры и влажности воздуха на разных элементах рельефа могут дать общее представление их средние показатели за вегетационные периоды (май-сентябрь) разных лет наблюдений (рис. 3, табл. 4). Из десятилетних режимных наблюдений за температурой и влажностью воздуха были отобраны только шесть лет, когда исследования проводили одновременно на всех метеопостах.

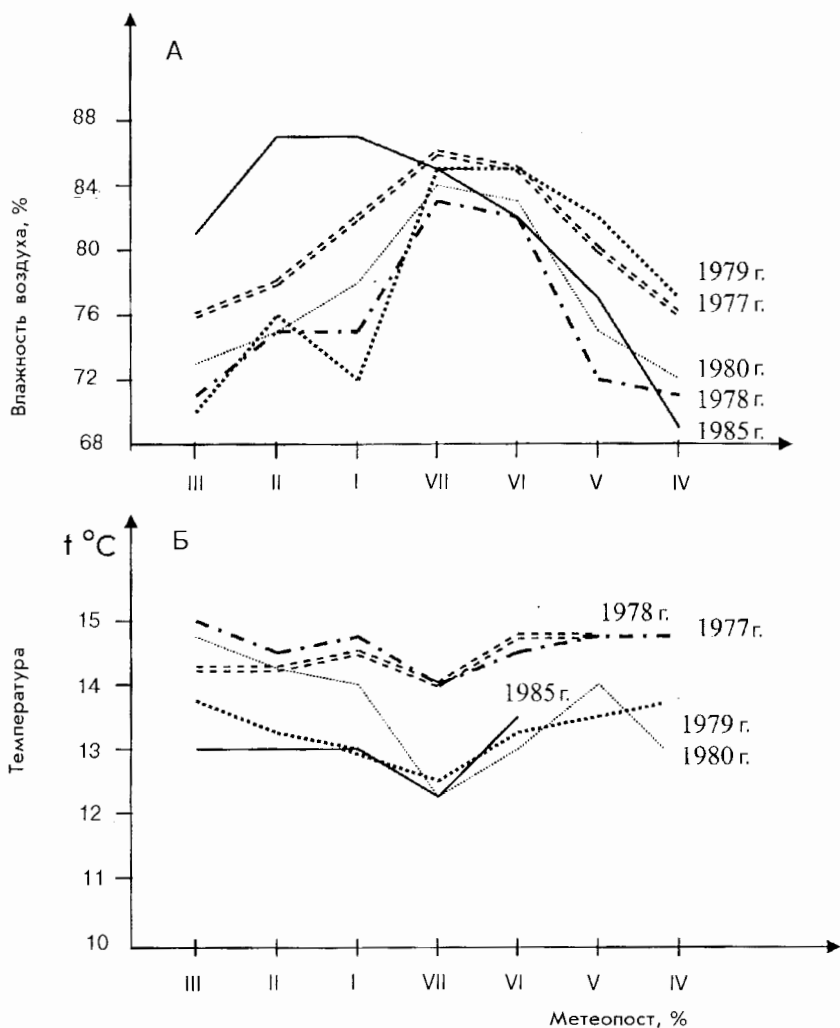


Рис. 3. Динамика средних показателей влажности (А) и температуры (Б) воздуха за вегетационные сезоны разных лет наблюдений по данным семи метеопостов

Как следует из данных табл. 4, минимальные значения средней температуры воздуха в теплые периоды характерны для долины ручья (мп. VII). На дне ее отмечена наибольшая амплитуда суточных температур воздуха, достигающая 16°C в теплый период года

Таблица 4

**Изменение средних показателей за вегетационный сезон
температуры и влажности воздуха на разных элементах рельефа
по данным семи метеопостов**

Метеопост, №	Пробная площадь, №	Температура, град			Влажность		
		\bar{x}	σ	m	\bar{x}	σ	m
III	15	13,78	1,195	0,488	75,43	4,752	1,939
II	4	13,63	0,909	0,371	76,75	1,147	0,468
I	93	13,72	0,705	0,288	79,83	5,813	2,373
VII	89	12,52	1,04	0,424	83,92	1,508	0,615
VI	16	13,33	0,939	0,382	82,35	3,053	1,287
V	17	13,62	1,209	0,493	76,7	3,665	1,496
IV	18	13,35	1,148	0,468	73,5	2,808	1,146

Примечание. Объем выборки (n) для всех объектов равен 6.

(Шатковская и др., 1990). По мере повышения высоты местности от дна ручья температура воздуха возрастает и достигает максимума на водоразделе юго-западного склона (мп. III).

Отступление от закономерного снижения температуры воздуха с высотой местности связано с температурными инверсиями, характерными для узких речных долин, на дне которых скапливаются массы холодного воздуха, стекающие с горных склонов, особенно в ночное время. На широкое распространение инверсии температуры воздуха в горных районах Приморского края указывали многие исследователи (Васильев, 1938; Таранков, 1967; Колесников, 1956; и др.).

Важнейшими показателями для жизнедеятельности растений служат экстремальные температуры, которые лучше всего отражают и экологический фон местообитаний (Елагин, 1976). За 10 лет круглогодичных наблюдений самая низкая среднемесячная температура воздуха ($-27,2^{\circ}\text{C}$, январь 1977 г.) была отмечена в долине ручья, в то время как в нижней части юго-западного склона среднемесячная температура воздуха в зимние периоды всех лет наблюдений не опускалась ниже -14°C . Здесь же отмечена и максимальная величина среднемесячной температуры воздуха ($21,4^{\circ}\text{C}$, август 1988 г.), тогда как в долине ручья она не поднималась в самые теплые месяцы выше 14°C .

Средние показатели влажности воздуха в вегетационные периоды имеют противоположные зависимости и достигают максимальной величины в долине ручья, где режим его наиболее стабильный (табл. 4). С повышением высотного уровня средние показатели влажности воздуха за вегетационные периоды последовательно снижаются и имеют минимальные величины на обоих водоразделах.

В зимний период, согласно исследованиям А.В. Дорошенко (1982), наибольшие запасы воды в снежном покрове (80–214 мм) сосредоточены в долине ручья и несколько меньше (на 15–21 мм) на пологих водоразделах. Снегозапасы на северо-восточном склоне в среднем на 60 мм выше по сравнению с юго-западным склоном.

Круглогодичные измерения температуры почвы, проведенные в 1977 и 1978 гг. А.В. Дорошенко (1980) на глубинах 20, 40 и 60 см в непосредственной близости с метеопостами, показали, что почва в целом до глубины 60 см от поверхности выше в теплую половину года на юго-западном склоне, а в холодную — на северо-восточном. В долине ручья почва с мая по сентябрь холоднее, а с октября по апрель теплее, чем на обоих склонах. Сравнительный анализ температуры почвы в теплый период года на разных элементах рельефа показал, что по всей глубине почва сильнее всего прогревается в средней части крутого юго-западного склона (п.п. 4-1975), снижаясь к водоразделу и вниз по склону. Однако по нашим наблюдениям в 1997 и 1998 гг., верхний слой гумусового горизонта почвы наиболее всего прогревается в верхней выпуклой части юго-западного склона (п.п. 92-1997), который ранее не был охвачен режимными наблюдениями. Результаты статистического анализа температуры и влажности почв на разных элементах рельефа характеризуют показатели табл. 5.

Температурный режим почвы на исследованных объектах в целом отличается от хода температурного режима воздуха и определяется своими особыми условиями. По мнению А.В. Дорошенко (1980), на температурный режим почв в значительной степени оказывает влияние состав и структура фитоценозов. О трансформации лесными сообществами теплового режима местообитаний, и в том числе почвы, указывали также и другие исследователи (Молчанов, 1960; Таранков, 1967; и др.).

В сезонной динамике влажности почв, обусловленной их зимним промерзанием, избыточным поступлением влаги в период муссонных дождей и наличием довольно длительной засухи в вегета-

Таблица 5

**Изменение средних показателей температуры
и влажности верхнего горизонта почвы в вегетационные сезоны
на разных элементах рельефа**

Пробная площадь, №	Температура, град				Влажность, %			
	n	\bar{x}	σ	m	n	\bar{x}	σ	m
15	4	11,85	0,502	0,251	5	64,9	3,34	1,49
92	2	13,25	-	-	-	-	-	-
4	4	11,75	0,52	0,26	5	55,26	7,93	3,55
93	2	11,3	-	-	2	61,26	-	-
89	4	8,77	0,29	0,15	5	68,28	13,9	6,22
16	4	9,47	0,29	0,14	5	65,58	11,57	5,17
17	4	10,0	0,61	0,3	5	61,3	7,36	3,29
18	2	9,8	-	-	2	62,6	-	-

Примечание. Показатель «n» соответствует количеству лет наблюдений.

ционные сезоны отдельных лет, выражены в сильной степени контрастность и пульсационный гидрологический режим. Это объясняет более высокие значения среднего квадратического отклонения и его ошибки для показателей влажности почв по сравнению с их температурой (табл.5).

Сезонная динамика влажности более отчетливо выражена в верхнем гумусовом горизонте почв, в то время как на глубинах 10–40 см различия во влажности почв на разных элементах рельефа менее существенны (Почвообразование..., 1993). Многолетнее изучение почвоведомы (Селиванова, 1985; Почвообразование ..., 1993) динамики влажности почвы на пробных площадях изученного профиля показало, что в целом наиболее увлажненными являются верхние слои почвы долины ручья (табл. 5). По мере подъема от дна долины степень увлажнения почвы на обоих склонах снижается и достигает минимальной величины в верхних крутых их частях. На пологих водоразделах влажность гумусового горизонта почв вновь возрастает, причем большей величины она достигает на водоразделе выше юго-западного склона (п.п. 15-1977). Согласно многолетним исследованиям (Почвообразование..., 1993) максимумы влажности почв на этом участке приходятся на июнь (150%) и сентябрь (154%). При благоприятном тепловом режиме и достаточном почвенном увлажнении здесь отмечено увеличение интенсивности

процессов разложения органического вещества и мобилизация элементов питания для растений. В морфологическом строении почвенного профиля отмечается довольно значительная мощность гумусового горизонта (18–20 см), прокраска гумусом на значительную глубину почвы при высокой каменистости всего профиля.

Согласно исследованиям А.Ф. Костенковой (1979), почвы на северо-восточном склоне исследованного профиля, в отличие от юго-западного, имеют более зрелый профиль с хорошо выделяющимся иллювиальным горизонтом, но мощность почв при этом остается относительно одинаковой на обоих склонах. Наибольшей мощности (до 25 см) гумусовый горизонт достигает в долине ручья. По мере увеличения высоты склонов укорачивается вертикальный профиль и мощность верхних горизонтов почвы. Самая низкая мощность гумусового горизонта (8–10 см) отмечена в верхних наиболее крутых частях северо-восточного (п.п. 18-1997) и юго-западного (п.п. 92-1997) склонов. Гумусовые горизонты почвы на северо-восточном склоне отличаются в основном слабокислой реакцией (рН 5,6–5,9), тогда как на юго-западном имеют в основном нейтральную реакцию (рН 6–6,5).

АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ

Для экологической оценки биогеоценозов, расположенных вдоль эколого-топографического профиля, был использован метод экологических шкал с амплитудно-балльной оценкой градиентов экологических факторов и соответствующих им пределов толерантности видов. Экологические шкалы позволяют упрощенно, но достаточно эффективно оценить тесноту связи растений и растительных сообществ в целом с градиентами отдельных экологических факторов.

В настоящее время существует достаточно много разработок экологических шкал (Раменский, 1938; Ellenberg, 1950, 1956; Landolt, 1977; и др.), обзор которых содержится в ряде работ (Работнов, 1979; Ambros, 1985; и др.). Нами были использованы региональные экологические шкалы, разработанные по методу Раменского в новой модификации с составлением компьютерной программы (Комарова, Ащепкова, 2000) для 170 видов высших сосудистых растений, произрастающих в лесах среднегорного пояса Южного и Среднего

Сихотэ-Алиня. Для видов, представленных в диагностической экологической табл. 6, указаны пределы распространения растений при пяти уровнях их проективного обилия (массовое, обильное, умеренное, малое и единичное), а также соответствующие им балльные оценки градиентов температурного режима, увлажнения и активного богатства почв. В качестве иллюстрации приведен фрагмент этой таблицы (табл. 6).

Данные экологической табл. 6 позволили выявить у растений амплитуду их толерантности, зоны оптимума, нормальной жизнедеятельности и угнетения по каждому из рассмотренных факторов. Зоне оптимума или центру эколого-ценотического ареала, в котором растения конкретного вида отличаются наибольшей активностью жизнедеятельности и наиболее высокой конкурентной способностью, соответствовала категория проективного обилия «m». Зоне

Таблица 6

Экологическая таблица по градиентам увлажнения (У), активного богатства почв (АБ) и температурного режима (ТР) для трех видов растений, произрастающих в лесах среднегогорного пояса Южного Сихотэ-Алиня

Вид растений	Градиент	Проективное обилие				
		>8% массо- вое	2,5-8% обиль- ное	0,2 -2,5% умерен- ное	0,1-0,2% малое	<0,1% еди- ничное
		m	c	п	р	s
<i>Picea ajanensis</i> (Siebold et Zucc.)	У	64-69	64-69	62-69	60-69	60-69
<i>Sarr.</i>	АБ	6-10	6-10	6-10	6-11	6-11
Ель аянская	ТР	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10
<i>Pinus koraiensis</i>	У	60-66	59-67	59-68	59-69	59-69
Siebold et Zucc.	АБ	6-11	6-11	6-11	6-11	6-11
Сосна корейская	ТР	8-10	7-10	6-10	6-10	6-10
<i>Quercus mongolica</i>	У	59-63	59-65	59-65	59-65	59-66
Fisch. ex Ledeb.	АБ	7- 8	6-11	6-11	6-11	6-11
Дуб монгольский	ТР	9-10	9-10	9-10	9-10	8-10
<i>Corylus mandshurica</i>	У	63-66	63-66	60-67	59-69	59-69
Maxim.	АБ	10-11	10-11	7-11	6-11	6-11
Лещина маньчжур- ская	ТР	8-9	8-9	7-10	6-10	6-10

нормальной жизнедеятельности отвечали категории проективного обилия «с» и «п». Проективное покрытие «s» также характеризовало диапазон распространения растений определенного вида по шкале значений экологического фактора.

Изменение активности жизнедеятельности растений четырех видов, представленных в табл. 6, в соответствии со степенью увлажненности местообитаний характеризовали кривые их зависимостей в системе двух координат (рис. 4).

Как следует из кривых экологического распределения растений, у сосны корейской, ели аянской и лещины маньчжурской амплитуда толерантности по фактору увлажнения охватывала весь диапазон данного фактора, а растения дуба монгольского отсутствовали в исследованном регионе в мезогрофитных местообитаниях с влажными, периодически свежими почвами. Зоны оптимума у всех сравниваемых видов были различными: у дуба монгольского оптимум находился в пределах мезоксерофитных и ксеромезо-

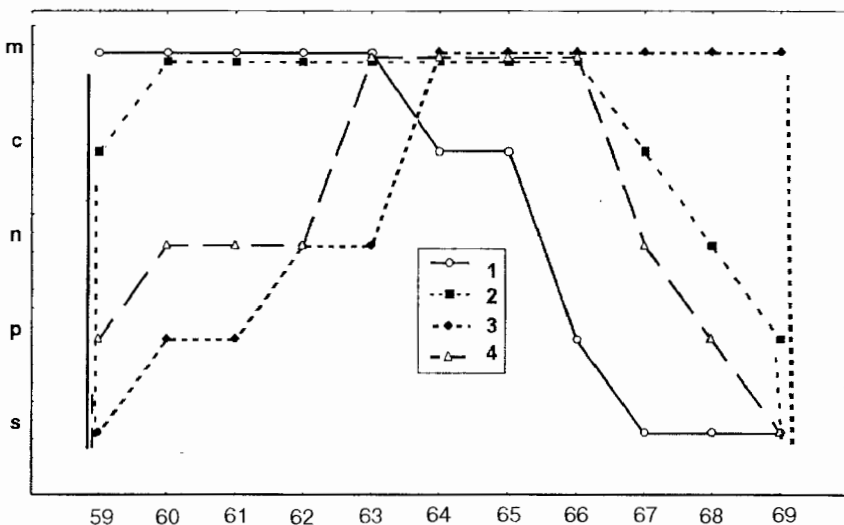


Рис. 4. Изменение проективного обилия растений в зависимости от степени увлажненности местообитаний.

По оси абсцисс — степени увлажнения, по оси ординат — проективное обилие у четырех видов растений: 1 — дуб монгольский, 2 — сосна корейская, 3 — ель аянская, 4 — лещина маньчжурская

фитных местообитаний, у лещины маньчжурской – в мезофитных, а у ели аянской – в мезофитных, гигромезофитных и мезогигрофитных местообитаниях. Наиболее широкая зона оптимума отмечалась у сосны корейской, охватывавшей различные экотопы за исключением мезогигрофитных.

Экологические шкалы можно использовать для определения экологических особенностей не только у отдельных видов растений, но и растительных сообществ в целом. На основе региональной экологической таблицы с помощью модифицированного для компьютерной программы метода «засечек» (Раменский, 1938) были установлены балльные оценки температурного режима, увлажнения и активного богатства почв для каждого биогеоценоза, расположенного на эколого-топографическом профиле. При этом по шкале увлажнения все биогеоценозы распределились между пятью ступенями, охватывающими мезофитные местообитания со свежими почвами (64–65), гигромезофитные местообитания со свежими, периодически влажными почвами (66–67) и мезогигрофитные местообитания с влажными, периодически свежими почвами (68). По шкале активного богатства почв все биогеоценозы не выходили за пределы трех ступеней, охватывавших местообитания с олигомезотрофными (9), мезотрофными (10) и мегамезотрофными (11) почвами. Экологический ряд температурного режима, или зонального режима тепла, был составлен на основе шкалы терморегима Д.Н. Цыганова (1976, 1983) и включил на исследованном профиле 3 ступени, соответствующие суббореальной (7), бореонеморальной (8) и эунеморальной (9) экологическим свитам. Соотношение рассмотренных лесных биогеоценозов по ступеням увлажнения, активного богатства почв и температурного режима местообитаний иллюстрирует рис. 5.

К наиболее теплому местообитанию, соответствующему эунеморальной экологической свите, приурочено сообщество темнохвойно-кленово-кедрового леса (п.п. 92-1997), расположенное в верхней части выпуклого юго-западного склона, а наиболее прохладное местообитание, соответствующее суббореальной экологической свите, занято долинным ясеневым-ильмовым-темнохвойным лесом (п.п. 89-1997). По шкале увлажнения эти же биогеоценозы занимают также крайние положения, но с противоположными численными соотношениями. Биогеоценоз темнохвойно-кленово-кедрового леса (п.п. 92-1997) отличается, кроме того,

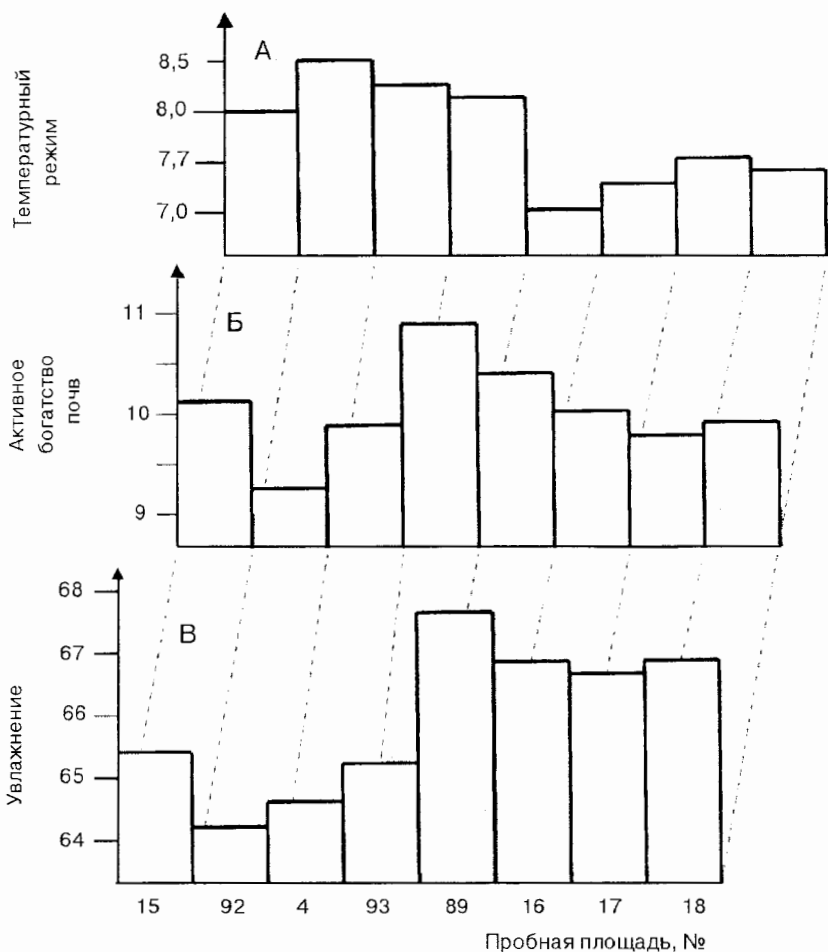


Рис. 5. Соотношение биогеоценозов на эколого-топографическом профиле по ступеням увлажнения, активного богатства почв и температурного режима местообитаний

самыми низкими значениями по шкале активного богатства почв, в то время как максимальное значение этого показателя характерно для биогеоценоза широколиственно-темнохвойно-кедрового леса (п.п. 93-1997). Как уже было отмечено, сообщество этого типа леса отличается наибольшим видовым разнообразием и сложной структурой.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ

Для сравнительного анализа показателей температуры и влажности воздуха, полученных с помощью режимных стационарных наблюдений, были рассчитаны усредненные их значения за вегетационные периоды (май–сентябрь) всех лет наблюдений для каждого метеопоста. Средние значения температуры и влажности гумусового горизонта почвы на пробных площадях также устанавливали на основе усреднения их показателей за вегетационные сезоны разных лет наблюдений. Для анализа расположения исследованных биогеоценозов в рядах температурного режима и увлажненности местообитаний использовали рассчитанные с помощью метода «засечек» их балльные оценки (ступени). С целью дальнейшего сравнения значений режимных наблюдений со ступенями экологических шкал фактические средние значения для каждого показателя (x_i) были преобразованы в относительные единицы (\bar{x}_i), изменяющиеся в пределах от 0 до 1, по следующей формуле:

$$\bar{x}_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max}}, \quad (1)$$

где x_{\min} и x_{\max} — минимальные и максимальные значения средних величин каждого показателя.

Графическое отображение преобразованных средних значений разных показателей теплового режима (рис. 6), а также увлажнения (рис. 7) для семи биогеоценозов, находящихся на экологотопографическом профиле, дает наглядное представление о соотношении их по всем сравниваемым показателям. Минимальные значения для всех показателей теплового режима и максимальные значения по режимам увлажнения характерны для долинного яснево-ильмово-темнохвойного леса (п.п. 89-1997). По мере увеличения высотного положения биогеоценозов тепловой режим их заметно возрастает, а режим увлажнения снижается. При этом биогеоценозы, расположенные на юго-восточном и северо-западном склонах, не имеют явных различий по показателям температуры и влажности воздуха. Вероятно, это связано с трансформирующим влиянием на режимы тепла и влаги сомкнутых древостоев, под пологом которых находились стандартные метеобудки с недельными термо-

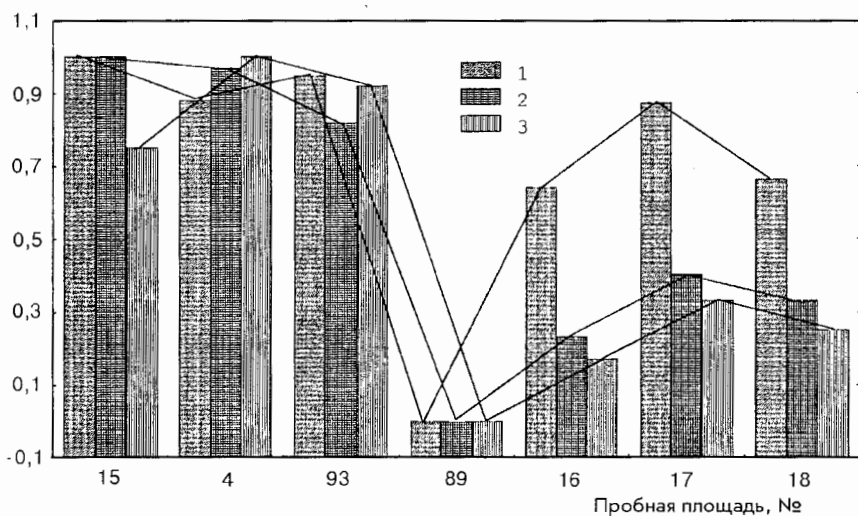


Рис. 6. Относительные средние значения показателей температуры воздуха (1), температуры почвы (2) и температурного режима местообитаний (3) для семи биогеоценозов, расположенных на эколого-топографическом профиле

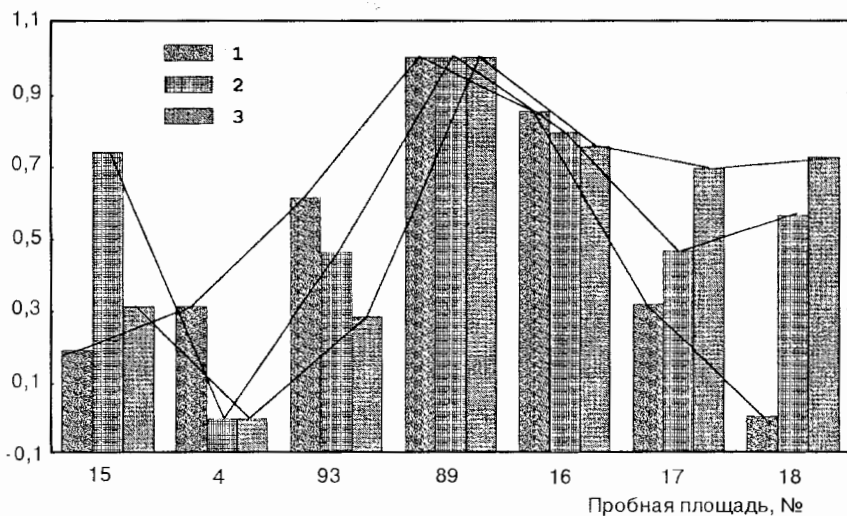


Рис. 7. Относительные средние значения показателей влажности воздуха (1), влажности почв (2) и увлажнения местообитаний (3) в семи сравниваемых биогеоценозах

графами и гигрографами. Вместе с тем показатели температуры и влажности почв, а также ступени температурного режима и увлажненности местообитаний отражают более тонкие особенности перераспределения тепла и влаги в зависимости от экспозиции и крутизны склонов. В целом эти показатели указывают на то, что на юго-западном склоне микроклимат теплее, а местообитания суше по сравнению с северо-восточным склоном, куда меньше поступает тепла и менее активно происходит испарение, что является общеизвестным фактом. Согласно шкале терморегима для юго-западного склона характерны эунеморальный и бореонеморальный режимы местообитаний, тогда как на северо-восточном склоне режим более прохладный суббореальный.

Для выявления характера и степени взаимосвязей между средними показателями режимных наблюдений со степенями температурного режима и увлажненности местообитаний были установлены корреляционные связи между каждым двумя показателями с помощью линий регрессий (рис. 8–11).

Согласно корреляционному анализу наиболее тесно связаны между собой с высокой степенью достоверности показатели температуры почвы со степенями температурного режима местообитаний (рис.8). При этом уравнение регрессии свидетельствует о том, что

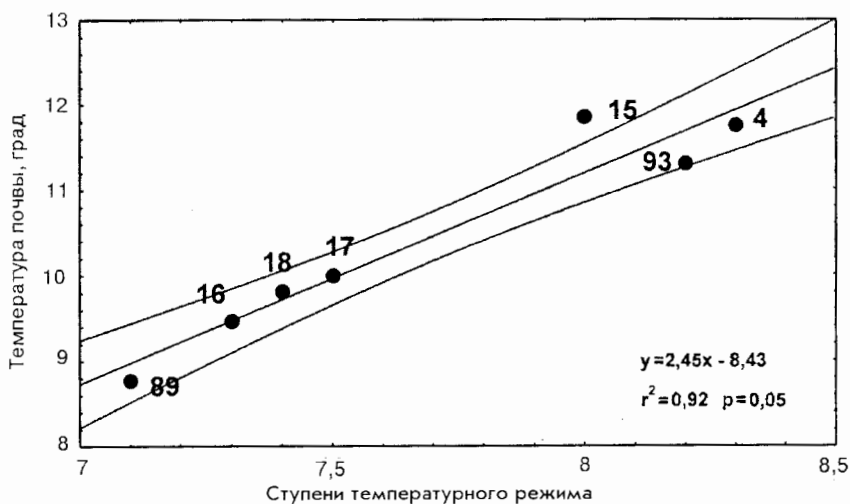


Рис. 8. Взаимосвязи между значениями температуры почвы и степенями температурного режима местообитаний в семи биогеоценозах

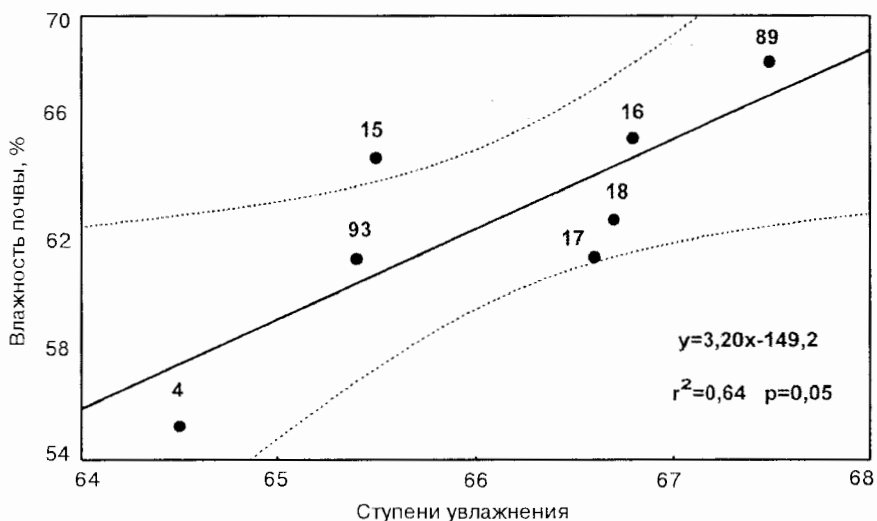


Рис. 9. Взаимосвязи между значениями влажности почвы и степенями увлажнения местообитаний в семи биогеоценозах

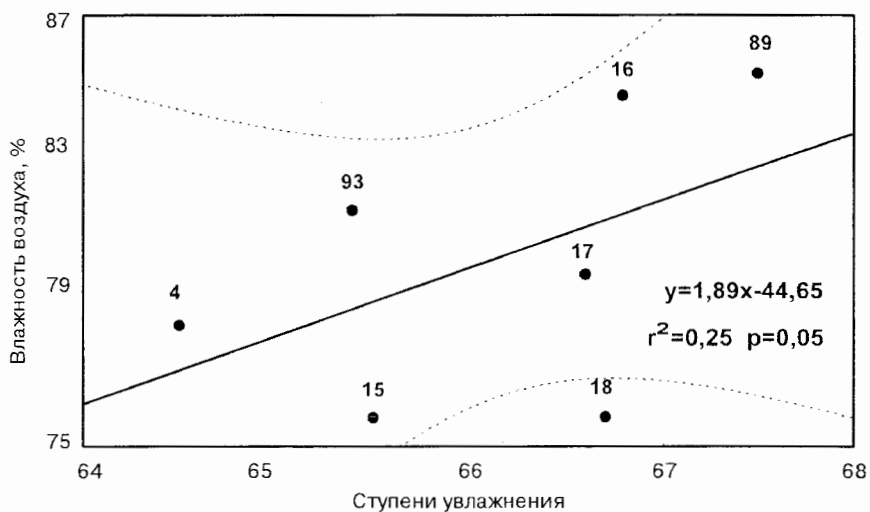


Рис. 10. Взаимосвязи между значениями влажности воздуха и степенями увлажнения местообитаний в семи биогеоценозах

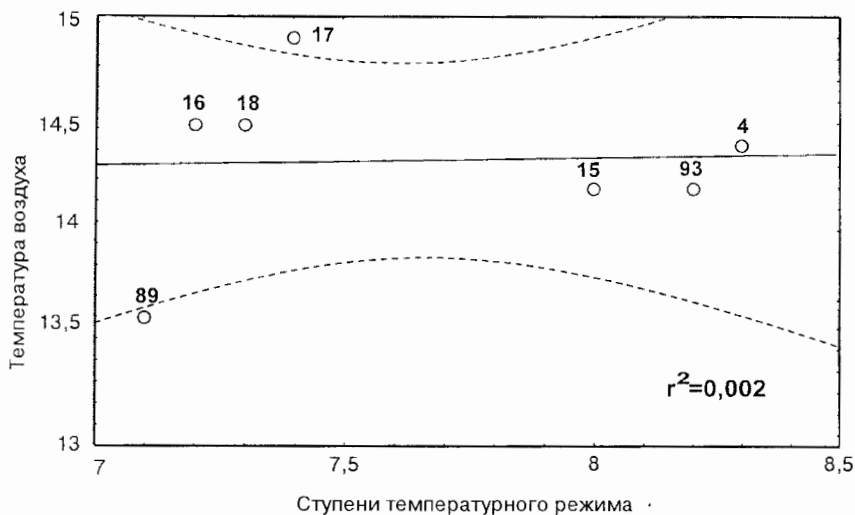


Рис. 11. Взаимосвязи между значениями температуры воздуха и степенями температурного режима местообитаний в семи биогеоценозах

при увеличении температурного режима местообитаний на одну ступень температура почвы повышается в 2,45 раза. Здесь и на рис. 7—9 штрихами показаны границы доверительного интервала.

Довольно тесная корреляционная связь, но с меньшей степенью достоверности отмечается между средними показателями влажности почв со степенями увлажненности местообитаний (рис.9). При этом на каждую ступень увеличения увлажненности местообитаний происходит возрастание средних показателей влажности верхнего горизонта почвы в 3,2 раза.

Сравнительно слабая корреляция с низкой степенью достоверности обнаруживается при сопоставлении средних показателей влажности воздуха со степенями увлажненности местообитаний (рис. 10). Корреляционные связи между средними показателями температуры воздуха и степенями температурного режима местообитаний оказались недостоверными (рис.11).

Важную информацию об условиях среды могут дать показатели активного богатства почв. Они представляют интегральную совокупность признаков и свойств почв, поэтому довольно сложно выделить наиболее значимый из них. Информативными показате-

лями активного богатства почв могут служить мощность гумусового горизонта, объем корнеобитаемого слоя, содержание и запас гумуса и другие показатели, с увеличением которых возрастает плодородие почв и соответственно повышается активность жизнедеятельности растений. С показателями активного богатства почв тесно связана интенсивность биологического круговорота. Как показали исследования почвоведов (Сапожников, 1972, 1973; Костенкова, 1979; Ильина, 1982; и др.), интенсивность круговорота в целом более высокая в широколиственно-кедровых лесах с хорошо развитым подлеском и травяным покровом по сравнению с темнохвойно-кедровыми и кедрово-темнохвойными лесами со слабо развитыми нижними ярусами. Это обусловлено большим разнообразием зольных элементов, содержащихся в опаде широколиственных пород и кустарников, свойственных для широколиственно-кедровых лесов. Опад в таких лесах быстро подвергается деструкции, высвобождая значительное количество оснований, и в первую очередь кальция, который связывается с гумусовыми кислотами, образуя неподвижные устойчивые комплексы.

Для сравнительного анализа нами был использован достаточно информативный показатель эффективного плодородия лесных почв – опадно-подстилочный коэффициент, предложенный О.Г. Чертовым (1981) и выраженный в виде отношения мощности гумусового горизонта (A_1) к мощности подстилки (A_0). Согласно А.П. Сапожникову с соавторами (Почвообразование..., 1993), этот коэффициент был назван как подстильно-гумусовый. Чем выше значения A_1 и меньше значение A_0 , тем выше не только гумусированность почвы, но и ее аэрированность и соответственно биологические и биохимические процессы в ней.

Корреляционные связи между мощностями гумусового горизонта почвы и подстилки по склону были установлены А.П. Сапожниковым (Почвообразование..., 1993) в виде параболы 2-го порядка:

$$y = 2,71 + 4,48x - 0,6 x^2,$$

где y – мощность гумусового горизонта, см, x – мощность подстилки, см. Коэффициент корреляции равен $0,59 \pm 0,21$ и достоверен при 5%-ном уровне значимости; ошибка уравнения 2,18 см.

Для сравнительного анализа ступеней активного богатства почв с подстильно-гумусовыми коэффициентами все значения

их были также преобразованы в относительные единицы по формуле (1) и графически представлены для семи биогеоценозов на рис.12.

Как следует из рис. 12, минимальные значения ступеней активного богатства почв и подстилично-гумусового коэффициента характерны для биогеоценоза, находящегося в средней части крутого склона (п.п. 4-1997), где в большей степени проявляются денудационные процессы, приводящие к выносу минеральных веществ и смыву мелкозема. Еще более низкие значения активного богатства почв и подстилично-гумусового коэффициента были отмечены для темнохвойно-кленово-кедрового биогеоценоза (п.п. 92-1997), расположенного выше предыдущего на крутом выпуклом участке этого же склона. Самые высокие показатели активного богатства почв были характерны для биогеоценоза (п.п. 93-1997), расположенного в нижней части юго-западного склона с вогнутым профилем, где происходит отложение мелкозема и перераспределение минеральных веществ из верхних частей склона и создаются наиболее благоприятные условия для роста и развития растений.

Интенсивные процессы разложения органического вещества протекают и в долинном ясеневом-ильмово-темнохвойном лесу

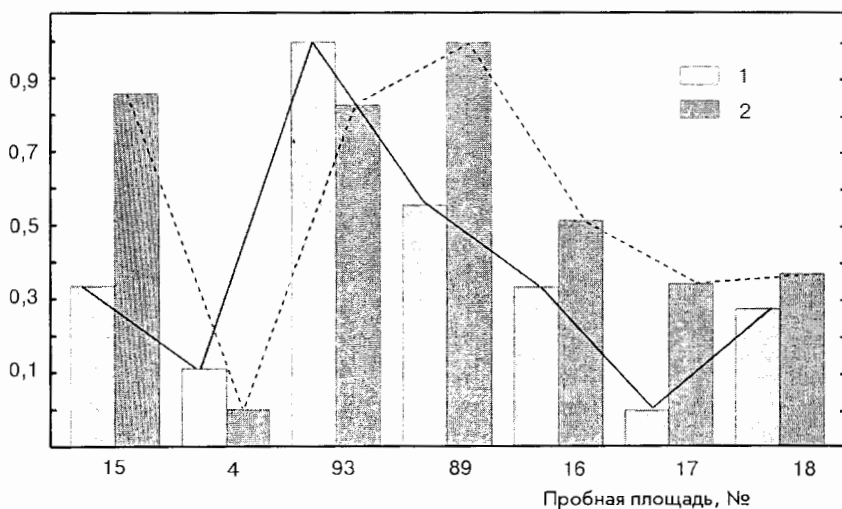


Рис. 12. Относительные средние значения показателей активного богатства почвы и подстилично-гумусового коэффициента в семи биогеоценозах

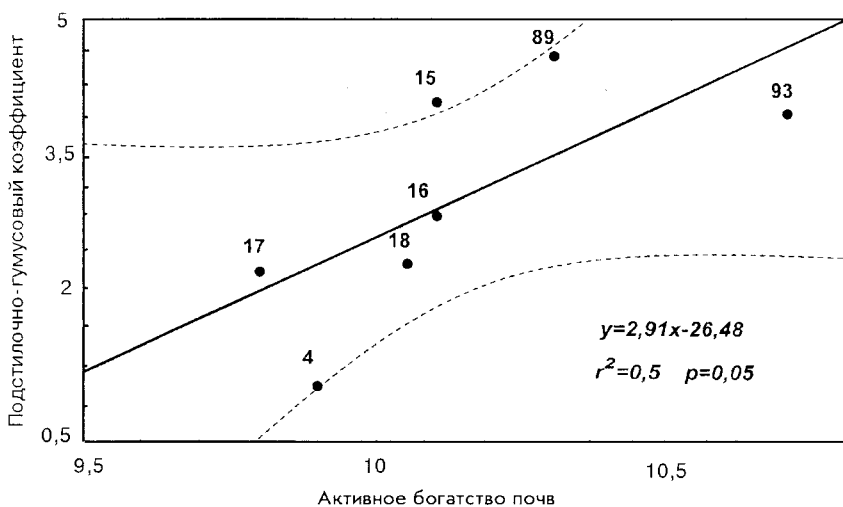


Рис. 13. Взаимосвязи между значениями активного богатства почв и подстильно-гумусового коэффициента в семи биогеоценозах

(п.п. 89-1997). Максимальную мощность гумусового горизонта (18–22 см) при невысокой мощности подстилки (3–5 см) определяют здесь наибольшие значения подстильно-гумусового коэффициента. Однако явно выраженные в долине ручья неблагоприятные для многих теплолюбивых видов растений проявления микроклимата (высокая амплитуда температур, наиболее низкая температура воздуха и почвы в вегетационные периоды) обуславливают снижение активности жизнедеятельности растений и соответственно активное богатство почвы.

Корреляционный анализ с помощью линии регрессии показал, что между подстильно-гумусовым коэффициентом и ступенями активного богатства почв существует прямолинейная зависимость с достаточно высокой степенью достоверности (рис. 13). При этом возрастание активного богатства почвы на одну ступень приводит к увеличению подстильно-гумусового коэффициента в 2,91 раз.

Таким образом, сравнительный анализ показателей стационарных режимных наблюдений за элементами микроклимата и экологическими свойствами почв с результатами, полученными с помощью региональных экологических шкал, показали различную

степень их сопряженности. Наибольшая степень взаимосвязи отмечается между показателями температуры гумусового горизонта почв со ступенями температурного режима местообитаний, а также между показателями влажности почв и ступенями увлажненности местообитаний. При этом однотипные кривые изменения их показателей по элементам рельефа указывают на более сложные перераспределения тепла и влаги в связи с экспозицией и крутизной склонов по сравнению с показателями температуры и влажности воздуха, отражающими преимущественно закономерную связь с высотным градиентом. Сравнительно тесные взаимосвязи отмечаются между ступенями активного богатства почв и показателями подстильно-гумусового коэффициента. Все это указывает на достаточно высокую надежность использования методов индикации, основанных на увязке признаков растительного покрова и градиентов факторов среды.

ЛИТЕРАТУРА

Васильев Я.Я. Лесные ассоциации Супутинского заповедника Горнотаежной станции // Тр. Горнотаежной станции АН СССР. 1938. Т.2. С. 5-136.

Глаголев В.А., Григорьев В.И., Ефремов Д.Ф., Козак Е.М., Комарова Т.А., Розенберг В.А. Материалы к характеристике лесов Верхнеуссурийского стационара // Экология и продуктивность лесных биогеоценозов. Владивосток, 1979. С.131-151.

Дорошенко А.В. О влиянии рельефа на температуру воздуха под пологом леса // Экология и продуктивность лесных биогеоценозов. Владивосток, 1979. С. 65-69.

Дорошенко А.В. О сезонной динамике температуры почвы под пологом леса на склонах различных экспозиций // Комплексные исследования лесных биогеоценозов. Владивосток, 1980. С. 90-96.

Дорошенко А.В. О формировании снежного покрова под различными древостоями в Южном Сихотэ-Алине // Биогеоценологические исследования в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1982. С. 129-133.

Елагин И.Н. Сезонное развитие сосновых лесов // Новосибирск, 1973. 227с.

Ильина Т.М. Особенности круговорота зольных элементов в некоторых типах лесных биогеоценозов Верхнеуссурийского стационара // Биогеоценологические исследования в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1982. С. 46-51.

Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.; Л., 1956. 261 с.

Комарова Т.А., Ащенкова Л.Я. Разработка региональных экологических шкал и использование их при классификации лесов с участием сосны кедровой корейской // Комаровские чтения, Владивосток, 2000. Вып. 46. С 7-72.

Костенкова А.Ф. Химический состав почв хвойно-широколиственных лесов в зависимости от топологических условий // Экология и продуктивность лесных биогеоценозов. Владивосток, 1979. С. 46-57.

Молчанов А.А. Лес и климат. М., 1960. 487 с.

Почвообразование и особенности биологического круговорота веществ в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня (на примере Верхнеуссурийского стационара) / Под ред. А.П. Сапожникова. Хабаровск, 1993. 269 с.

Работнов Т.А. Актуальные вопросы экологии растений // Ботаника. М., 1979. С. 5-70.

Раменский Л.Г. Основные закономерности растительного покрова и их изучение // Вестник опытного дела, январь-декабрь. Воронеж, 1924. С. 37-73.

Раменский Л.Г. Введение в комплексное геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

Раменский Л.Г. Избранные работы: Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л., 1971. 333 с.

Сапожников А.П. Характеристика органического вещества лесных подстилок широколиственных лесов Приморья // Генезис бурых лесных почв. Владивосток, 1972. С. 138-146.

Сапожников А.П. Зольный состав хвои и листьев в широколиственных лесах южного Приморья // Физиология и экология древесных растений Приморья. Владивосток, 1973. С. 129-133.

Селиванова Г.А. Генетико-биогеоценотическая характеристика горно-лесных почв западного макросклона Сихотэ-Алиня: Автореф. дис ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1985. 17 с.

Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1985-1996. Т. 1-8.

Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов лесов. М.; Л., 1931. 328 с.

Таранков В.И. Микроклимат в хвойно-широколиственных лесах Южного Приморья // Комплексные стационарные исследования лесов Приморья. Л., 1967. С. 17-46.

Цыганов Д.Н. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. М., 1976. 59 с.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 197 с.

Чертов О.Г. Экология лесных земель. Л., 1981. 192 с.

Шатковская Е.В. Температура и влажность воздуха в широколиственно-хвойных лесах. Верхнеуссурийский стационар (1976-1980 гг.) Препр. Владивосток, 1986. 22 с.

Шатковская Е.В., Гарцман Б.И., Новороцкий П.В. Верхнеуссурийский стационар: Материалы к характеристике микроклимата в широколиственно-хвойных лесах. Препр. Владивосток, 1990. 44 с.

Ambros Z. Bioindikace abiotickeho prostredi lesnich ekosystemu // Acta Univ. Agricult. (Brno), Ser. C. 1985. Vol.54, № 3-4. S. 367-392.

Ellenberg H. Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima and Boden. Landwirtschaft. Pflanzensoziol. 1. Stuttgart: Ulmer, 1950. 141 S.

Ellenberg H. Aufgaben und Methoden der vegetationskunde // Einführung in die Phytologie. Stuttgart, 1956. Bd 4, H. 1. S. 3-136.

Landoldt E. Ökologische Ziegewertung zur Schweizer Flora // Veröffentlichungen des geobotanischen Inst. der ETH. Zurich: Rubel, 1977. 208 S.