

ГЕОГРАФИЯ

*Станислав Павлович АРЕФЬЕВ —
заведующий лабораторией устойчивости
биогеоценозов Института проблем
освоения Севера СО РАН,
кандидат биологических наук*

УДК 630*228+630*443+630*114.6+630*182.53

ЗОНАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРИ МИКОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ. Рассмотрен метод биоиндикации состояния леса, основанный на матричном анализе сообщества дереворазрушающих грибов. Исследованы типичные массивы по всему спектру природных условий лесной зоны Тюменской области. Полученные закономерности и опыт локального применения метода показывают его универсальность и чувствительность, целесообразность практического использования.

There are considered method of bioinication of forest state, based on the matrix analysis of communities of the wood-destroying fungi. The typical massifs of zonal forests in Tjumen region are investigated. The results of investigation and the local experience are shown, that this method is universal, sensitive and good for practice.

ВВЕДЕНИЕ

Леса являются важным ландшафтообразующим компонентом природной среды Тюменской области. Ухудшение состояния лесов на ее территории в последние годы ши-роко обсуждается и стало предметом ряда исследований [18, 1, 13, 19, 12, 16 и др.]. В ходе оценки состояния лесов и влияния на них антропогенных и природных факторов, в практике организуемых ныне систем лесного мониторинга используются различные методы площадного и качественного анализа, в совокупности способные дать достаточно объективную картину [11, 10, 15 и др.]. Целью настоящей работы является исследование зонально-географических особенностей использования метода микологической индикации состояния леса, основанного на матричном анализе сообщества дереворазрушающих грибов.

Интерес к микоиндикации достаточно велик [14, 19 и др.]. В силу эволюционно выработанной субстратной специализации грибов и их чувствительности к состоянию древесного организма, микоиндикация позволяет выявить неблагоприятные тенденции и их причины еще на физиологическом уровне, часто недоступном другими методами. Свободное распространение грибов спорами делает их наиболее уни-

версальными биологическими индикаторами, позволяющими получить оперативную информацию. Каждый вид грибов рассматривается как показатель воздействия на лес определенного сочетания экологических факторов, а численность вида — как показатель силы этих факторов [5]. Хорошие результаты в этом плане показало использование сообщества дереворазрушающих грибов-макромицетов, развивающихся на древесине эврибионтного лесообразователя — березы. Соотношения численности входящих в него видов позволяют рассчитать таксационные параметры вмещающего леса (сомкнутость, высоту, бонитет и др.), показатели устойчивости [6]. Основу для расчета составляют характеристики видов, исходящие из их положения в экологической матрице.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ

Упрощенный вариант микоиндикации представляет «матричное сканирование» грибного сообщества — проецирование численности экологических групп грибов на координирующие матрицу оси [4]. В настоящей работе по сравнению с ранее опубликованным вариантом положение некоторых видов в матрице уточнено, введена дополнительная развертка матрицы, что связано с необходимостью включения в нее всех известных по литературе видов, отмеченных на древесине березы (табл. 1). Матрица объемна и имеет форму «слоеного пирога», состоящего из четырех единообразно построенных и соответствующих друг другу плоскостных матриц. В ячейки каждой из них вписаны виды грибов, принадлежащие к одной из четырех экологических групп, определяемых сочетанием: первичные и вторичные в сукцессии, стволовые и веточные (выделен также дополнительный слой пионерных видов). Для удобства эти слои развернуты на одной плоскости. Каждый слой и матрица в целом скоординированы по двум комплексным экологическим градиентам: 1) стабильности параметров внешней среды и 2) стабильности внутренней автономизированной среды древесного субстрата, определяемой его целостностью. Первому градиенту соответствует ряд экологической валентности грибов от оптимума к пессимуму (стенобионтные, мезофильные, эврибионтные, толерантные). Второму градиенту соответствует ряд видов грибов от транскортикальных, заселяющих целостные субстраты через естественные перфорации коры, до раневых, заселяющих обнаженную древесину. Переходную зону ряда составляют виды, заселяющие физиологически ослабленные деревья на горях и в других нарушенных лесах.

Ячейки матричного шаблона (названия видов в нем в отличие от матрицы опущены) заполняются данным количественного учета грибов на исследуемом участке по каждому виду в процентах или промилле от общей численности грибов в учете. Распределение численности видов в ячейках матрицы всегда соответствует критерию ценотического континуума (клинальное) [17]. Проецирование численности видов по горизонтали слоев и матрицы в целом показывает соотношение экологических групп грибов, ассоциированных с различными грациями пространственного развития вмещающей лесной экосистемы. Первая строка индицирует лес, т. е. древостой, образующий специфическую лесную среду, вторая — редколесье, третья — сухостой (гарь или иной аномально усохший древостой), четвертая — валежник (вырубку, бурелом или иной механически разрушенный древостой), пятая — влажный валежник (на болотах или в районах с избыточным увлажнением). Проецирование численности грибов по вертикали характеризует временную фазу развития лесной экосистемы: наиболее развитый спелый лес (1-й столбец), лесная экосистема вне оптимальной фазы развития — молодняк или старый перестойный древостой (2), постепенно деградированный вследствие старения или физиологических нарушений (пожары, болезни, загрязнения и пр.) древостой (3), резко деградиро-

Таблица 1

Экологическая матрица грибного сообщества с указанием числа встреч видов по области

№	Первичные: стволловые / веточные (* Пионерные)					Вторичные: стволловые / веточные					Характеристика местообитания
	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	
5		<i>Fomitopsis rosea</i> 1	<i>Trametes suaveolens</i> 1		Оптимум			<i>Ganoderma lucidum</i> +	<i>Trametes cervina</i> 16		Влажные вырубки, бурелом, ветровал
4	<i>Gloeophyllum sepiarium</i> 27	<i>Trametes pubescens</i> 61	<i>Trametes gibbosa</i> 111	<i>Tyromyces kmetii</i> +			<i>Laetiporus sulphureus</i> +	<i>Ganoderma applanatum</i> 132	<i>Cerrena unicolor</i> 1171		Вырубки, бурелом, ветровал
3	Раневые	<i>Рисупорус синнабаринус</i> 26	<i>Trametes hirsuta</i> 22	<i>Tyromyces chioneus</i> 27	<i>Tyromyces subcaesius</i> 3	<i>Охуропорус популинус</i> 2	<i>Климацидон септентрионалис</i> 5	<i>Gloeoporus dichrous</i> 258	<i>Gloeoporus taxicola</i> 1	Раневые	Гари, нарушенные леса
2			<i>Олигопорус тэфролеус</i> 7	<i>Даedaleopsis confragosa</i> 1628	<i>Трихартум биформе</i> 1815	<i>Охуропорус кортикала</i> 621	<i>Феллинус игниариус</i> 1816	<i>Феллинус пунктатус</i> 2			Редколесья, парки, лесостепь
1		Транскортикальные		<i>Пиптопорус бетулину</i> 3324	<i>Фомес фоментариус</i> 8521	<i>Ригидопорус крокатус</i> 7	<i>Феллинус лаевигатус</i> 252	Транскортикальные и паразитические			Сомкнутые леса
1	Пессимум			<i>Инонотус радиатус</i> 110	<i>Инонотус рхедес</i> 1	<i>Фомитопсис пиниколла</i> 1093	<i>Нарпалопилус нидуланс</i> 114			Пессимум	Сомкнутые леса
2			<i>Гименохаета табасина</i> 6	<i>Инонотус обиквус</i> 1124	<i>Стереум субтоментосум</i> 643	<i>Стеччеринум мурашкинский</i> 134	<i>Стеччеринум очрареум</i> 562	<i>Скелетокутис аморфа</i> +			Редколесья, лесотундра, лесостепь
3	Раневые	<i>Стереум ругосум</i> 2	<i>Стереум хирсутум</i> 715	<i>Датрония моллис</i> 71	<i>Пунктулария стригосо-зоната</i> 2	<i>Скелетокутис нивеа</i> 15	<i>Плицатуропсис криспа</i> 139	<i>Ирпекс лактеус</i> 135	<i>Лакситектум биколор</i> 36	Раневые	Гари, нарушенные леса
4		<i>Траметес версиколор</i> * <i>C. laeve</i> 1883; 251	<i>Бьеркандера адуста</i> 1546	<i>Траметес лубарский</i> 2			<i>Антродиелла фолиакеедентата</i> 1	<i>Шизофиллум коммуне</i> 54	<i>Флебия тремеллоза</i> 225	<i>Плицатура нивеа</i> 2	Вырубки, бурелом, ветровал
5	* <i>Схизопорус пурпуреум</i> 182	<i>Лензитес бетулина</i> 419	<i>Кориолопсис трогий</i> 26		Оптимум			<i>Исчнодерма ресинозум</i> 3	<i>Рисупореллус фульгенс</i> 5		Влажные вырубки, бурелом, ветровал

ванный вследствие механических воздействий древостой - вырубки, буреломы и прочие (4; 5). Во 2-ом столбце матрицы, индицирующем неоптимальную фазу развития леса, с перестойными лесами, испытывающими естественное изреживание, ассоциируются стволовые паразиты (ложный трутовик — *Phellinus igniarius*, чага — *Inonotus obliquus*), выделенные в матрице подчеркиванием, прочие виды столбца ассоциируются с молодняками.

Комплексную пространственно-временную характеристику развития леса, отражающего высоту и сомкнутость древостоя, дает квадратическое среднее значений 1-й строки и 1-го столбца. Хорошим показателем физиологической дигрессии (вследствие пожаров, болезней, тремпинга, подтоплений и проч.) является доля численности ассоциированных с ней видов грибов (3-я строка) в общей численности видов, ассоциированных с деградацией леса (3–5-я строки). При этом показателем пирогенной дигрессии является высокое участие экологических толерантов, занимающих крайние позиции в зоне пессимума матрицы (среди которых есть и специфические пирогенные грибы — *Pycnoporus cinnabarinus*, *Stereum rugosum* и др.), а также факультативно пирогенных грибов *Stereum subtomentosum*, *Steccherinum murashkinskyi*.

Количественные учеты грибов объемом 100 и более заселенных субстратов проведены на 130 лесных участках по всей территории области. Рассмотрен трансект из семи типичных для отдельных природных зон суходольных участков со смешанным древостоем, сравнительно слабо трансформированных антропогенно (табл. 2): близ с. Ильинское Казанского района (лесостепь), в 10 км от райцентра Викулово (подтайга), близ ст. Туртас Уватского района (южная тайга), близ п. Угут Сургутского района (средняя тайга), на территории Тагринского месторождения Нижневартовского района (северная тайга), близ райцентра Красноселькуп (предлесотундровые леса), у городища Мангазея Красноселькупского района (лесотундра).

Таблица 2

Характеристика исследованных лесных участков

Природная зона	Лесостепь	Подтайга	Южная тайга	Средняя тайга	Северная тайга	Предлесотундровые леса	Лесотундра
Пункт	Ильинское	Викулово	Туртас	Угут	Тагринское	Красноселькуп	Мангазея
Тип леса	Травяной с вишней	Травяной	Травяно-зелено-мошный	Зелено-мошно-кустарничковый	Кустарничковый	Кустарничково-лишайниковый	Кустарничково-лишайниковый
Состав	Б	Б,Ос,Е,Лп	Е,П,Б,Ос	К,Е,С,Б,Ос	К,Е,Б	К,Лц,Е,Б	Лц,Е,Б
Сомкнутость	0,27-0,74	0,66-0,78	0,63-0,82	0,63-0,82	0,63-0,65	0,57-0,60	0,43-0,46
Высота, м	15,9	20,6	18,6	18,5	16,0	11,8	8,7
Диаметр, см	17,7	24,8	23,4	22,8	20,2	14,9	11,3
Запас, м ³ /га	60-165	220-265	190-250	185-245	150-155	85-90	40-45
Бонитировочная высота, м	19,3 (IV)	23,6 (III)	23,2 (III)	23,1 (III)	18,0 (IV)	13,3 (V)	9,2 (Va)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты матричного анализа сообществ дереворазрушающих грибов по отдельным участкам (табл. 3) сведены в общую таблицу (табл. 4). Так, лесостепной участок у с. Ильинское, составленный колочными березовыми лесами, судя по составу вмещаемого грибного сообщества, на 23,5% имеет пространственные свойства леса, на 64,0% — редколесья, на 4,2% — аномально усохшего древостоя, на 8,3% — вырубки. По временной фазе развития леса он на 70,9% имеет свойства спелого древостоя, на 16,6% — древостоя вне оптимальной фазы развития (в том числе на 9,7% — перестойного и на 6,9% — молодняка), на 8,4% древостой физиоло-

гически деградирован, на 4,1% — механически деградирован. Таким образом, по основным составляющим его можно охарактеризовать как спелое редколесье с элементами пирогаенной деградации (субдоминант сообщества — пирогаенный гриб *Stereum subtomentosum*) и выборочных рубок. Данная характеристика вполне отвечает таксационному описанию (табл. 2) и генезису лесостепных колков.

Таблица 3

Распределения численности видов грибного сообщества в матричном шаблоне, ‰
А. Лесостепь, Ильинское

		Первичные: стволые / веточные					Вторичные: стволые / веточные					Сумма	Место-обитание		
		Раневые			Транскортикальные		Раневые								
№		5	4	3	2	1	1	2	3	4	5				
5	Ра- не- вые											-		Валежники	
4				5		Оптимум			9	14		28		Валежники	
3									28			28		Сухостой	
2	Транскор- тикальные и парази- тические				60	143	147					350		Редколесья	
1						Песси- мум			Песси- мум		226		Леса		
1							9				9	235		Леса	
2					97	184		9				290	640	Редколесья	
3	Ра- не- вые			9					5			14	42	Сухостой	
4			9	28		Оптимум				18		55	83	Валежники	
5												-	-	Валежники	
Сумма		-	9	42	157	553	156	9	42	32	-	1000	Пионерные		
		(с пионерными)					709	166	84	41	-	1000	№	сб.5	сб.4
Число видов, субстратов, особей					Доля толерантов, эврибионтов, мезофилов, стенобионтов						ст.4				
17		113	217				484		516				ст.5		

Б. Предлесотундровые леса, Красноселькуп

		Первичные: стволые / веточные					Вторичные: стволые / веточные					Сумма	Место-обитание		
		Раневые			Транскортикальные		Раневые								
№		5	4	3	2	1	1	2	3	4	5				
5	Ра- не- вые											-		Валежники	
4			4			Оптимум				31		35		Валежники	
3									62			62		Сухостой	
2	Транскор- тикальные и парази- тические				11			238				249		Редколесья	
1					261	254			Песси- мум		515		Леса		
1					4		31	15	Песси- мум		50	565	Леса		
2					81			4			85	334	Редколесья		
3	Ра- не- вые			4							4	66	Сухостой		
4						Оптимум					-	35	Валежники		
5											-	-	Валежники		
Сумма		-	4	4	357	254	31	257	62	31	-	1000	Пионерные		
		(с пионерными)					285	614	66	35	-	1000	№	сб.5	сб.4
Число видов, субстратов, особей					Доля толерантов, эврибионтов, мезофилов, стенобионтов						ст.4				
13		200	260		280	720							ст.5		

Типичный подтаежный участок по соотношению основных элементов в одинаковой степени имеет свойства леса (44,3%) и редколесья (42,1%), спелого (47,0%) и почти той же степени неспелого (40,2%) древостоя с элементами пирогаенного и патогенного усыхания и выборочной вырубке. Это также соответствует сравнительной молодости и мозаичности подтаежных лесов области, испытывавших на протяжении столетия наиболее сильный антропогенный пресс. Южнотаежный и среднетаежный участки характеризуются как преимущественно спелые леса, северотаежный и предлесотундровый — как леса, находящиеся вне оптимальной фазы развития, в значительной части перестойные, разреженные. Лесотундровый участок, судя по результатам микоиндикации, имеет свойства редколесья и леса, преимущественно перестойного. Если учесть, что перестойные и лесотундровые древостои сходны по замедленности роста и низкой устойчивости, проведенный анализ адекватно отражает известные зональные особенности лесов области. Наиболее закономерную картину зонального изменения лесной растительности дает комплексный пространственно-временной показатель (табл. 4). Наиболее развитая лесная среда (61–57% от «идеального» леса) отмечается в зоне гидротермического оптимума области (южная

тайга) и в центральной полосе лесной зоны (средняя тайга), в лесостепи показатель падает до 41%, в лесотундре — до 25%. Приведенные значения соответствуют зональному изменению основных таксационных показателей леса (сомкнутости, высоты, удельного запаса древесины, а также и бонитета).

Таблица 4

Результаты матричной микоиндикации состояния
исследованных зональных лесных участков

Показатели развития, %	Лесостепь	Подтайга	Южная тайга	Средняя тайга	Северная тайга	Предлесотундровые леса	Лесотундра
Пространственные:							
Леса	23,5	44,3	55,1	53,6	55,7	56,5	43,0
Редколесья	64,0	42,1	37,8	30,4	40,2	33,4	41,9
Сухостои	4,2	3,8	1,4	11,2	0,6	6,6	5,8
Валежники	8,3	9,8	5,7	4,8	3,5	3,5	9,3
Временные:							
Спелые леса	70,9	47,0	66,8	60,0	43,1	28,5	15,1
Вне оптимальной фазы, в т.ч. старые	16,6	40,2	27,5	25,6	52,8	61,4	69,8
Постепенно деградированные леса	9,7	6,2	12,3	12,8	33,4	31,9	37,2
Резко деградированные	8,4	7,0	4,3	10,4	0,6	6,6	5,8
Комплексный показатель развития леса	4,1	5,8	1,4	4,0	3,5	3,5	9,3
Доля физиологической дигрессии	41	46	61	57	49	40	25
	34	26	20	70	15	65	38

Проявления деградации леса на рассматриваемых участках сравнительно невелики. В целом отмечается параболическое увеличение доли постепенно (физиологически) деградированных элементов леса и ассоциированных с ними сухостоев от центральной полосы лесной зоны к ее маргиналям — лесостепи и лесотундре. Это связано с естественным уменьшением климатогенной устойчивости леса с приближением к северной (температурный лимит) и южной (влажностный лимит) границе его распространения. Из этой тенденции выпадает повышенный показатель участка в окрестности п. Угут, обусловленный очагом антропогенного выгорания. Доля резко деградированных элементов леса, ассоциируемых прежде всего с рубками, в целом имеет тенденцию увеличения с севера на юг, что, очевидно, связано с густонаселенностью южных районов области и наличием следов пользования практически во всех лесах. Из тенденции выпадает повышенный показатель участка близ северного городища Мангазея, обусловленный деятельностью археологических партий.

Закономерно зональное изменение доли грибов разной экологической валентности на участках (рис. 1). Экологически толерантные виды способны развиваться в наиболее пессимальных условиях в отсутствии лесной среды — на гарях, вырубках, в редколесьях, на вершинах деревьев в лесах. Их доля в грибном сообществе увеличивается от нуля на лесостепном участке до 28% в предлесотундровом. Эврибионтные виды развиваются в самых различных условиях, от открытых до подпологовых, и обычно составляют основу грибного сообщества (50–80%). В зональном плане это наиболее постоянная группа, доля ее существенно уменьшается только на лесостепном участке. Мезофильные виды распространены достаточно широко, но пессималь-

ных местообитаний избегают, особенно на маргинали лесной зоны. На лесотундровом и предлесотундровом участке мезофильные грибы отсутствуют, начиная с северотаежного участка их доля постепенно увеличивается с 2 до 52% на лесостепном участке. Стенобионтные виды, обычно неморального или горнотаежного происхождения, единично отмечены только на южнотаежном участке — в гидротермическом оптимуме территории области. В целом с продвижением от лесостепной к лесотундровой зоне отмечается постепенный сдвиг состава грибного сообщества от мезофильноэврибионтного до эврибионтно-толерантного.

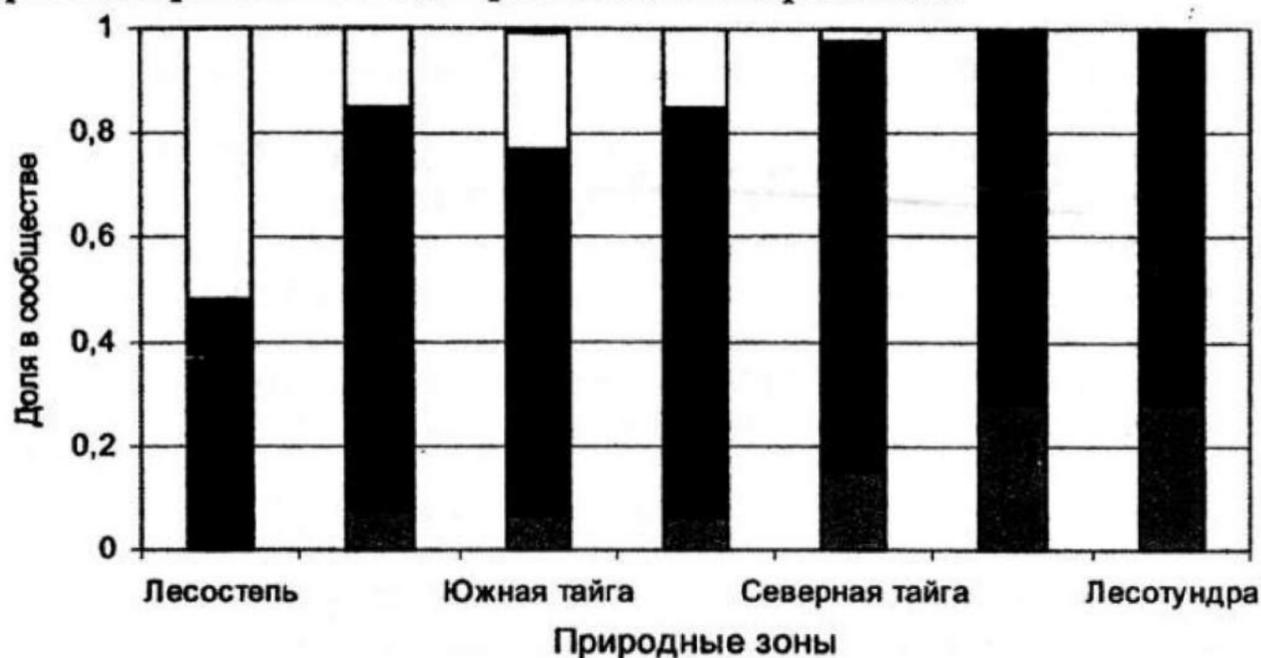


Рис. 1. Зональное распределение экологических групп грибов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, матричная микоиндикация позволяет не только адекватно отследить основные зональные закономерности состояния и развития леса, но и количественно оценить даже небольшие локальные аномалии. Представленные результаты отражают универсальность метода для всего спектра природных условий лесной зоны области. Подобные же исследования по оценке состояния лесов были предприняты на Ямале (в ходе работ программе «Ямал»РАО «Газпром»), на территории города Тюмени, в Верхне-Тазовском заповеднике, в природном парке «Нумто», в Нижневартовском районе (в ходе работ по созданию системы мониторинга нефтяных месторождений), при выполнении других научных и прикладных проектов [3, 6, 7, 8, 9, 15, 20 и др.]. Заложенный в методе объективно-количественный подход может быть использован в районировании и типологии леса [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев С. П. Оценка устойчивости кедровых лесов Западно-Сибирской равнины // Экология. 1997а. № 3. С.149-157.
2. Арефьев С. П. Дендрологические и микологические критерии зонирования территории Тюменской области // Словцовские чтения – 97: Тез. докл. науч. конф. Тюмень: Тюменский областной краеведческий музей, 1997б. С. 155-157.
3. Арефьев С. П. Опыт микомониторинга в лесах Тюменского региона // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Выпуск 6. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. С. 85-98.
4. Арефьев С. П. Признаки устойчивости леса при матричном сканировании вмещающего сообщества дереворазрушающих грибов // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 1999. С. 93-97.
5. Арефьев С. П. Дереворазрушающие грибы - индикаторы состояния леса // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000а. С. 91-105.
6. Арефьев С. П. Микоиндикация состояния лесных экосистем Ямала // Природная среда Ямала. Т. III. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000б. С. 96-116.
7. Гашев С. Н., Арефьев С. П., Казанцева М. Н., Рыбин А. В., Шумилов И. Н. Рекультивация нефтезагрязненных земель на юге Западной Сибири / Биологическая рекульти-

вазия нарушенных земель: Мат-лы межд-го совещания. Екатеринбург: УРО РАН, 1997. С. 49-54.

8. Гашев С. Н., Казанцев А. П., Казанцева М. Н., Арефьев С. П., Соромотин А. Естественное возобновление и санитарное состояние горельников в средней тайге Западной Сибири // Проблемы географии и экологии Западной Сибири: Сборник. Вып.2. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1997. С. 139-158.

9. Исследование орнитофауны и микофлоры природного парка "Нумто": Отчет по НИР / ИПОС СО РАН. Рук. С.П.Арефьев. Тюмень, 1998. 74 с.

10. Казанцева М. Н. Влияние нефтяного загрязнения на таежные фитоценозы Среднего Приобья: Автореф. дисс....канд. биол. наук / ИЭРиЖ УРО РАН. Екатеринбург, 1994. 26 с.

11. Козин В. В. Ландшафтный анализ в решении проблем освоения нефтегазоносных регионов. Иркутск, 1993. 44 с.

12. Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Выпуск 6. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1998. 240 с.

13. Лесные богатства Тюмени / Ред. А. Д.Погребной, В.В.Войцеховский, Е.А.Киселев. Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1997. 100 с.

14. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В. Г.Стороженко, М. А.Бондарцева, В. А.Соловьев, В. И.Крутов. М.: Наука, 1992. 221 с.

15. Создание системы мониторинга наземных биогеоценозов Среднего Приобья: Отчет по НИР (заключительный) / Тюменская ЛОС ВНИИЛМ. Рук. А.И.Захаров. Тюмень, 1999. 133 с.

16. Чижов Б. Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Изд-во Ю. Мандрики, 1998. 144 с.

17. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

18. Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области: Обзор ТОКООСиПР. Тюмень, 1995-1998.

19. Экология Ханты-Мансийского округа /Под ред. В. В.Плотникова. Тюмень: СофтДизайн, 1997. 288 с.

20. Arefyev S.P. Communities of xylophilic fungi in urban centres of the North of Western Siberia // Arctic and Alpine Mycology 5: Proc. of the Fifth Intern. Sympos. on Arcto-Alpine Mycology / Ed. V.A.Mukhin & H.Knudsen. Yekaterinburg: Yekaterinburg Publ., 1998. P.18-25.

Виталий Леонидович ТЕЛИЦЫН —
ведущий научный сотрудник институтов
криосферы Земли СО РАН и НИИ сельского
хозяйства Северного Зауралья СО РАСХН,
член Научного Совета Международной
ассоциации агрохимиков и агроэкологов
«Агроэколас», кандидат географических
наук, старший научный сотрудник;
Александр Васильевич РАДЧЕНКО —
главный геолог ЗАО «Радан», кандидат
геолого-минералогических наук

УДК 502. 3:551+624. 131:550. 87

ЭФФЕКТЫ ГЕОПАТОГЕНЕЗА В АНОМАЛИЯХ ДЕФОРМАЦИОННО-НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОСТРУКТУР

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены причины возникновения аварийности на технических объектах, связанные с геодинамическим фактором и эффектами геопатогенеза. Показаны методы прогнозирования потенциальных мест аварийности в целях повышения надежности инженерных систем и уменьшения вероятности экологических рисков и острых экологических ситуаций в биогеоценозах.