ПРОБЛЕМНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КОСМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА имени В. В. КУЙБЫШЕВА
КОМИССИЯ ПО МЕТЕОРИТАМ И КОСМИЧЕСКОЙ ПЫЛИ СО АН СССР
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СССР. ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ. ТРУДЫ, ТОМ 6.
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ВСЕСОЮЗНОГО АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ПРОБЛЕМА ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

ВЫПУСК 2

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Томск — 1967

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ, ОКАЗАВШИХ ВЛИЯНИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХОДА РОСТА ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ ТУНГУССКОГО ПАДЕНИЯ

Ю. М. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Б. ЛУКЬЯНОВ, Р. Д. ШАПОВАЛОВА, В. И. НЕКРАСОВ

Обработка лесотаксационных данных междуречья р. Чамбе и р. Чуны [1, 2], проведенная с использованием критерия знаков, позволила статистически достоверно установить связь между усиленным приростом деревьев и Тунгусским падением [3]. Была выявлена связь усиленного прироста с некоторыми факторами геоботанического характера.

Используя терминологию, применяемую в математической статистике [4—6], такие зависимости можно охарактеризовать как «парные взаимодействия» между эффектом Тунгусского падения и каждым из рассматриваемых геоботанических факторов. Однако с помощью критерия знаков нельзя было выявить целый ряд эффектов (как линейных, так и их взаимодействий), представляющих существенный интерес. Поэтому в дальнейшем обработка данных проводилась методом многофакторного дисперсионного анализа по схеме полного факторного эксперимента [6, 7].

Обработке подлежали данные, характеризующие средний текущий прирост деревьев. Проверка с помощью χ^2-критерия показала, что значения текущих приростов (y) не подчиняются закону нормального распределения; в то же время для них хорошо выполняется логарифмически-нормальное распределение. Поэтому в качестве выходного параметра при проведении факторного анализа были взяты логарифмы средних текущих приростов по диаметру (lg 100 y).

В табл. 1 приведена часть рабочей матрицы, соответствующей плану полного факторного эксперимента для 6 исследуемых факторов. Все факторы варьировались на двух уровнях, которые обозначены в таблице знаками «+» и «—». В первых 6 столбцах приведены условия эксперимента, который природа «поставила» в районе падения Тунгусского метеорита в период времени до и после 1908 года. В этом эксперименте «варьировались» направление по странам света, возраст деревьев, их порода, расстояние от предполагаемого эпицентра и диаметр деревьев. Так, например, в строке 7 приведено среднее значение логарифма текущего прироста до 1908 года для деревьев, расположенных в секторах ЮВ—СЗ (включая деревья на пробных площадях лесотаксационного разреза В-З), возрастом свыше 100 лет (C^+), диаметром менее 20 см (F^-), росшие на расстоянии до 10 км от центра (E^-). В соответствии с уровнем 4 фактора ($Д^-$) в выборку включались лишь данные по сосне и кедру. Результаты статистического анализа приведены в табл. 2.

Из 63 подлежавших оценке эффектов (линейных и их взаимодействий) выделено 7. В последнем столбце приведены средние суммы, про-

порциональные величинам эффектов и характеризующие степень влияния каждого фактора на увеличение прироста деревьев по диаметру. В нижней части таблицы приведены предельные значения средних сумм для различных уровней значимости (0,001; 0,01. и 0,05).

Таблица 1

Факторы		A Эффект Тунгусского падения	B Направление по странам света	C Возраст деревьев	Д Порода деревьев	E Расстояние от центра катастрофы	F Диаметр деревьев	Выходной параметр, $Y=\lg 100\,y$
Уровни факторов	—	до 1908 г.	С, Ю, СВ, ЮЗ	до 100 лет	Сосна+кедр	до 10 км	до 20 см	
	+	после 1908 г.	В, З, ЮВ, СЗ	св. 100 лет	Лиственница+ель+ +береза	св. 10 км	св. 20 см	
Порядковые номера	1	—	—	—	—	—	—	1,342
	2	+	—	—	—	—	—	1,030
	3	—	+	—	—	—	—	0,958
	4	+	+	—	—	—	—	1,048
	5	—	—	+	—	—	—	0,908
	6	+	—	+	—	—	—	1,002
	7	—	+	+	—	—	—	0,908
	8	+	+	+	—	—	—	1,002
	57	—	—	—	+	+	+	1,211
	58	+	—	—	+	+	+	1,180
	59	—	+	—	+	+	+	1,297
	60	+	+	—	+	+	+	1,414
	61	—	—	+	+	+	+	0,944
	62	+	—	+	+	+	+	0,864
	63	—	+	+	+	+	+	0,870
	64	+	+	+	+	+	+	0,932

Таблица 2

Факторы и взаимодействия	Обозначение	Средние суммы
Возраст	C	—7,183
Диаметр	F	7,083
Порода	Д	—2,733
Эффект Тунгусского падения × направление по странам света	AB	2,209
Возраст×диаметр	CF	—1,943
Расстояние от эпицентра	E	—1,881
Эффект Тунгусского падения×возраст ×диаметр	ACF	—1,841
$t_{0,05} \cdot s_p=1,648$; $t_{0,01} \cdot s_p=2,166$	$t_{0,001} \cdot s_p=2,768$	

На фоне эффектов, связанных с экологическими факторами (C, D, F и CF), выделено взаимодействие эффекта Тунгусского падения с направлениями по странам света, значимое для 1%-го уровня значимости. Положительная величина взаимодействия AB может быть интерпретирована, в частности, как увеличение текущего прироста после 1908 года в направлении СЗ—ЮВ. Аналогичный результат был получен нами

ранее [3] при биостатистической обработке лесотаксационных материалов с помощью критерия знаков.

Эффект Е, характеризующий изменение текущего прироста в зависимости от расстояния от эпицентра, также можно трактовать с точки зрения эффекта Тунгусского падения. Отрицательная величина эффекта Е (прирост на расстояниях до 10 км выше прироста на более далеких расстояниях) может быть обусловлена вывалом леса и пожаром в центральной части района падения. Однако интересно отметить, что с помощью критерия знаков был получен противоположный результат: явление усиленного прироста оказалось значимым для деревьев, растущих на расстоянии свыше 100 км от эпицентра [3].

Правда, при анализе с помощью критерия знаков использовались данные по относительному приросту, в то время как в настоящей работе в качестве выходного параметра взяты значения текущего прироста. Для уточнения вопроса о влиянии расстояния на величину прироста необходимы дополнительные исследования.

Значимым оказалось также тройное взаимодействие — ACF (эффект Тунгусского падения×возраст×диаметр). Этот результат согласуется с установленным с помощью критерия знаков явлением усиленного прироста после 1908 года для деревьев различного возраста и диаметра.

Чтобы оценить, в какой степени результаты расчета могут зависеть от нарушения нормального закона распределения значений выходного параметра, аналогичный расчет провели и для непреобразованных значений текущего прироста. При этом были получены результаты, аналогичные приведенным в табл. 2. Дополнительно на границе 5%-го уровня значимости был выделен значимый эффект Тунгусского падения (А), а также три взаимодействия второго—четвертого порядка.

Полученные результаты не исчерпывают всех возможностей методов многофакторного дисперсионного анализа. В настоящих публикациях (см. также [3]) приводятся лишь первые результаты, которые тем не менее позволяют сделать весьма важное заключение о наличии эффекта увеличенного прироста в ЮВ и СЗ направлениях. Особо следует отметить тот факт, что явление увеличенного прироста деревьев, переживших катастрофу, статистически достоверно наблюдается не в местах наибольших разрушений, вызванных взрывной волной (ЮЗ и ТВ), а в противоположных секторах, лежащих непосредственно под траекторией полета Тунгусского метеорита. Полученные данные позволяют надеяться, что дальнейшая работа в этом направлении позволит вскрыть причины влияния Тунгусского метеорита на изменение хода роста древесной растительности в этом районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов В. И., Емельянов Ю. М. Сб. «Проблема Тунгусского метеорита». Изд. Томского университета, г. Томск, стр. 59, 1963 г.
2. Некрасов В. И., Емельянов Ю. М. См. настоящий сборник, стр. 123.
3. Шаповалова Р. Д., Лукьянов В. Б., Емельянов Ю. М., Некрасов В. И. См. наст. сборник, стр. 137.
4. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. Физматгиз, М., 1960 г.
5. Бейли Н. Статистические методы в биологии. М., Изд. ИЛ, 1962; Изд. «Мир», 1964 г.
6. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М., Изд. «Наука», 1964 г.
7. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., Изд. «Наука», 1965 г.