АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

# МЕТЕОРИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИБИРИ

## 75 лет Тунгусскому феномену

Ответственный редактор
д-р геол.-мин. наук *Ю. А. Долгов*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск·1984

Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 2. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1967, с. 110—118.
3. **Емельянов Ю. М., Лукьянов В. Б., Шаповалова Р. Д., Шмырев И. К.** О расположении зоны с увеличенным после 1908 г. приростом старых деревьев в северо-западном секторе района падения Тунгусского матеорита.— В кн.: Вопросы метеоритики. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1976, с. 161—165.
4. **Колчин Б. А., Черных Н. Б.** Дендрохронология Восточной Европы. М.: Наука, 1977. 126 с.
5. **Коробейников В. П., Чушкин П. И., Шуршалов Л. В.** Об ударных волнах при полете и взрыве метеоритов.— В кн.: Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975, с. 20—46.
6. **Кринов Е. Л.** Тунгусский метеорит. М.— Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 196 с.
7. **Курбатский Н. П.** О лесном пожаре в районе Тунгусского падения в 1908 году.— Метеоритика, 1964, вып. 24, с. 168—172.
8. **Ловелиус Н. В.** Изменчивость прироста деревьев. Л.: Наука, 1979. 232 с.
9. **Львов Ю. А., Васильев Н. В.** Лучистый ожог деревьев в районе падения Тунгусского метеорита.— В кн.: Вопросы метеоритики. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1976, с. 53—57.
10. **Фаст В. Г.** Статистическая структура полей разрушений, вызванных ударной волной Тунгусского метеорита. Автореф. канд. дис. Томск, 1966. 11 с.
11. **Фаст В. Г.** Статистический анализ параметров Тунгусского вывала.— В кн.: Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 2. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1967, с. 40—61.
12. **Фаст В. Г., Бояркина А. П., Бакланов В. М.** Разрушения, вызванные ударной волной Тунгусского метеорита.— В кн.: Проблема Тунгусского метеорита. Вып. 2. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1967, с. 62—104.
13. **Фуряев В. В.** Лесные пожары в районе падения Тунгусского метеорита и их влияние на формирование лесов.— В кн.: Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975, с. 72—87.
14. **Шнятов С. Г.** Дендрохронология, ее принципы и методы.— В кн.: Проблема ботаники на Урале. Свердловск: изд. Уральского научного центра АН СССР, 1973, с. 53—73.
15. **Шпалте Э. П.** Выравнивание рядов ширины годичных колец в дендрохронологических исследованиях.— Изв. АН ЛатвССР, 1971, № 11(292), с. 29—35.

**Л. Г. Плеханова, В. А. Драгавцев, Г. Ф. Плеханов**

# ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТУНГУССКОЙ КАТАСТРОФЫ 1908 г.

Вопрос о наличии и причинах мутационных последствий, наблюдаемых в районе падения Тунгусского метеорита, является одним из важных, так как позволяет получить дополнительную информацию о составе и свойствах космического тела. Естественно поэтому, что поиски его решения предпринимались неоднократно разными авторами [1—6]. Однако единого мнения по этому вопросу нет до сегодняшнего дня. Работы по мутационным изменениям у можжевельника, исследования по морфометрии у муравьев и простейших до конца не доведены [2]. Трехвойность сосны интерпретируется неоднозначно [1, 4—6]. Наиболее продуктивным представляется ме-

тод, предложенный одним из авторов данной статьи, позволяющий математическим путем вычленить генотипическую изменчивость в популяции. Обработка этим методом результатов полевых работ 1968 г. показала, что максимальное приращение генотипической дисперсии в точках, лежащих вблизи проекции траектории Тунгусского тела, существенно больше, чем в удаленных точках. В то же время не на каждой пробной площади, расположенной под предполагаемой траекторией, приращения генотипической дисперсии были достаточно велики. Более того, наблюдались отдельные всплески этого показателя и в точках, достаточно удаленных от проекции траектории. Все позволяет предполагать, что помимо фактора, связанного непосредственно или опосредованно с пролетом космического тела, на показатель генотипической изменчивости оказывают влияние также и другие, однозначно не связанные с Тунгусским метеоритом факторы.

Таким образом, целью данного исследования являлось сопоставление приращения генотипической дисперсии, выявляемое расчетным путем на пробных площадях, заложенных в различных участках района катастрофы и за ее пределами. Поскольку предполагалось, что одним из факторов, стимулирующих мутагенез, может являться температурная возгонка ряда органических соединений в результате лесного пожара, особое внимание при выборе места для закладки пробной площади было обращено на наличие его следов. Работа на пробной площади заключалась в том, что по случайному закону выбиралось 15—30 сосен разного возраста и у каждой из них производилось измерение всех годовых приростов по длине. Величина годового прироста определялась путем измерения линейкой расстояний между мутовками с точностью до 1 см. Измерения начинались с прироста последнего (1978) года и продолжались до тех пор, пока по мутовкам можно было еще уверенно определять его величину, т. е. на протяжении последних 20—35 лет. Для каждого дерева указывался также его возраст и диаметр на уровне 20 см от почвы.

Всего было заложено 10 пробных площадей, расположенных на расстоянии 2—60 км от расчетного эпицентра разрушения Тунгусского метеорита. При этом одни площади были расположены за пределами вывала и пожара 1908 г., другие захватывали периферию катастрофы и третьи были выбраны в непосредственной близости от эпицентра. Результаты полевых измерений были обработаны по алгоритму, детально изложенному в [3], и представлены в таблице и на графике. При этом приняты следующие обозначения: $N$ — номер пробной площади, $r$ — расстояние от эпицентра (проекции траектории), $\Delta\overline{X}^2_{\text{пм}}$ — приращение средней метамерной для популяции, $\Delta\overline{\sigma}^2_{\text{ет}}$ — средняя паратипическая дисперсия, $K_{(\text{мет})}$— относительное приращение метамерной паратипической дисперсии на единицу приращения, $\overline{X}_{\text{бп}}$ и $\overline{X}_{\text{мп}}$ — средние величины больших и меньших приростов, $\sigma^2_{\text{хб}}$ и $\sigma_{\text{хм}}$ — дисперсии в популяции для больших и меньших приростов по средним приростам для каждого дерева, $\Delta\sigma^2_{ph}$ — приращение фенотипической дисперсии, $\Delta\overline{X}^2_i$ — приращe-

**Морфометрические характеристики линейных осевых приростов сосны обыкновенной на пробных площадях**

| № пробной площади | $r$, км | $n$ | $\Delta\bar{X}^2_{пм}$ | $\Delta\bar{\sigma}^2_{em}$ | $K_{(мет)}\times10^3$ | $\bar{X}_{бп}$ | $\bar{X}_{мп}$ | $\sigma^2_{хб}$ | $\sigma^2_{хм}$ | $\Delta\sigma^2_{ph}$ | $\Delta\bar{X}^2_t$ | $\Delta\sigma^2_{еп}$ | $\Delta\sigma^2_g$ | $c^2_g\times10^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 15 | 42 | 3,1 | 76 | 7,7 | 5,0 | 9,3 | 2,7 | 6,5 | 35,6 | 2,7 | 3,8 | 10,8 |
| 2 | 55 | 15 | 26 | 1,3 | 51 | 6,5 | 4,0 | 7,9 | 5,7 | 2,1 | 24,2 | 1,3 | 0,90 | 3,7 |
| 3 | 45 | 30 | 39 | 0,80 | 27 | 8,0 | 5,5 | 14 | 8,0 | 5,7 | 33,7 | 0,67 | 5,0 | 14,9 |
| 4 | 35 | 30 | 179 | 0,67 | 4,0 | 15 | 7,6 | 13 | 4,6 | 8,5 | 175 | 0,70 | 7,8 | 4,5 |
| 5 | 25 | 30 | 120 | 3,7 | 30 | 19 | 15 | 27 | 25 | 1,7 | 119 | 3,7 | —2,0 | 1,7 |
| 6 | 20 | 30 | 165 | 7,5 | 45 | 19 | 15 | 44 | 24 | 20,4 | 145 | 6,5 | 13,9 | 9,6 |
| 7 | 5 | 30 | 330 | 0,18 | 5 | 22 | 13 | 29 | 15 | 13,0 | 317 | 0,17 | 12,8 | 4,0 |
| 8 | 4 | 15 | 642 | 0,87 | 1 | 27 | 15 | 70 | 53 | 16,5 | 540 | 0,70 | 15,8 | 2,9 |
| 9 | 3 | 15 | 359 | —2,0 | —5 | 24 | 17 | 41 | 28 | 12,0 | 314 | —1,75 | 13,8 | 4,5 |
| 10 | 2 | 30 | 42 | 1,7 | 41 | 7,4 | 4,0 | 5,0 | 1,4 | 3,5 | 15,9 | 0,65 | 2,9 | 18,3 |

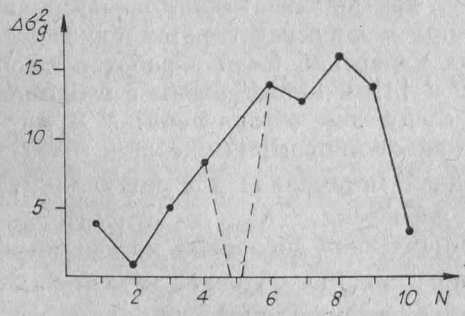
ние средней для всей популяции, $\Delta\sigma^2_{еп}$ — приращение паратипической дисперсии для всей популяции, $\Delta\sigma^2_g$ — приращение генотипической дисперсии, $c^2_g$ — генотипический коэффициент вариации.

Прежде чем проводить сопоставление данных, полученных в результате расчета, следует дать несколько более подробное описание пробных площадей.

1. Небольшая возвышенность вблизи болота. Древесная растительность: сосна, лиственница, мало березы, отдельные кедры. Много можжевельника, багульника, брусничника, сфагновых мхов. Гари в возрасте до 100 лет и вырубок не отмечается.

2. Возвышенность в 100 м от тропы. Сосна, лиственница, береза, кедр, примерно поровну. Изредка наблюдается ель. Встречается можжевельник, хвощ, редко голубичник и брусничник. Много сфагновых мхов, мало ягеля. Гари в возрасте до 100 лет и вырубок не обнаружено.

3. Равнина, преимущественно сосны, есть лиственницы, мало берез. Голубичник, брусничник, ягель. Слабая гарь примерно 80-летней давности.



Зависимость приращения генотипической дисперсии от расстояния до эпицентра.

4. Равнина. Почти чистый сосняк. В понижениях береза, ель. Голубичник. Гари старые и новые. Одна из них примерно 10-летней давности.

5. Долина р. Макикта. Бурный молодой подрост сосны после гари примерно 40-летней давности. Много березы, есть лиственница, высокотравье. Гарь не резко выраженная,

так как имеется много деревьев в возрасте 100 лет и более. Высокая влажность.

6. Южный склон высоты в районе «Ожерелья Макикты», где отмечается вывал и пожар 1908 г. У подножия высоты растут березы, лиственница. На склоне преимущественно сосны. Брусничник, изредка голубичник. Почва каменистая. Сухо.

7. Ровное плоскогорье за р. Хушма. Преимущественно сосна, есть лиственница, много можжевельника, брусничника, голубичника. Сухо.

8. На вершине горы Эйхвальд группа ничем не затененных сосен. Других деревьев нет. На склонах лиственница, ниже береза. Почва каменистая. Сухо.

9. Южный склон горы Стойкович, пологая часть. Почти горизонтальное плоскогорье перед крутым южным склоном. Сосны, лиственницы, мало березы, ольхи. Сосны растут не затененные. Сухо.

10. Северный и северо-восточный склон р. Чургим. Лес низкорослый, есть сосны, лиственницы. Много мхов, преимущественно сфагновых. Багульник. Почва каменистая. Сыро.

Сопоставление рассчитанных интегральных характеристик приростов позволяет разделить по ним пробные площади на ряд групп. Фоновые пробы (№ 1—3) характеризуются низкими значениями всех показателей. У них минимальны как абсолютные значения признаков, так и их вариации. Проба № 4 является как бы переходной. Значения всех признаков здесь заметно выше, чем в типично фоновых, но все же существенно ниже центральных проб. Возможно, величины эти обусловлены неоднократными гарями.

Группа центральных проб также неоднородна по всей структуре. В то время как околоцентральные пробы (№ 6—9) дают весьма высокие значения признаков, проба № 10 приближается по своим значениям к типичному фону. Объяснить такое резко аномальное положение пробы № 10 можно двояко: или тем, что северо-восточный склон долины р. Чургим является не сопоставимым по своим экологическим условиям с остальными пробными площадями, или тем, что здесь проявляется общий закон фазности ответных реакций биосистемы на стимул, возрастающий по интенсивности. Соответственно этому закону пропорциональность между величиной действующего стимула и ответной реакцией биосистемы наблюдается только до определенной величины стимула, затем рост реакции сменяется ее уменьшением иногда до нулевого и ниже нулевого уровня. Если это явление наблюдается в данном случае, то можно ожидать наименьшую величину приращения генотипической непосредственно под траекторией, заметный рост ее в ближней зоне и постепенный спад при движении к периферии. Однако данные площадной съемки 1968 г. [3] не подтверждают однозначно это предположение. Видимо, в данном случае главным является то, что в отличие от других пробных площадей эта заложена в сравнительно узкой долине р. Чургим, где таяние снега резко замедленно и условия для роста такого сравнительно сухого теплолюбивого растения, как сосна, весьма не-

благоприятны. Это предположение подтверждается прежде всего тем, что все деревья на 10-пробной площади имеют угнетенный вид. При возрасте 46—47 лет они имеют высоту 2—3 м и диаметр на двадцатисантиметровом уровне 3—5 см. Наиболее же крупное дерево при возрасте 50 лет имеет диаметр 7 см и высоту 520 см.

Заметно отличается также проба № 5. В результате того, что дисперсия малых приростов здесь оказалась больше, чем у больших, приращение генотипической дисперсии получилось отрицательным (на графике 0), хотя и незначительным по модулю. У пробы № 4 достаточно высокая величина приращения генотипической дисперсии, по-видимому, связана с многочисленными гарями.

Резюмируя, можно сделать следующие выводы:

1. Генотипическая изменчивость сосен, определяемая по вертикальным ежегодным приростам сосны, имеет максимальное значение в районах, непосредственно примыкающих к эпицентру катастрофы.

2. Гари, особенно неоднократные, также вызывают возрастание генотипической изменчивости, но меньшее, чем вывал и гарь 1908 г.

3. На степень проявления генотипической изменчивости существенное влияние оказывают условия произрастания деревьев.

4. Чтобы однозначно ответить на вопрос о прямой связи генотипической изменчивости у сосны с Тунгусским метеоритом, необходимо наряду с гарями исследовать вариации этого показателя в зависимости от различных экологических условий.

## ЛИТЕРАТУРА


1. **Васильев Н. В., Батищева А. Г.** Влияние Тунгусской катастрофы на мутационный фон у сосны.— В кн.: Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1971, с. 7—9.
2. **Васильев Н. В., Дмитриенко В. К., Федорова О. П.** О биологических последствиях Тунгусского взрыва.— В кн.: Взаимодействие метеоритного вещества с Землей. Новосибирск: Наука, 1980, с. 188—195.
3. **Драгавцев В. А., Лаврова Л. А., Плеханова Л. Г.** Эколого-генетический анализ линейного прироста сосны обыкновенной в районе Тунгусской катастрофы 1908 г.— В кн.: Проблемы метеоритики. Новосибирск: Наука, 1975, с. 132—147.
4. **Кренделев Ф. П., Плеханов Г. Ф.** Мутационное действие Тунгусского взрыва 1908 года и некоторых других факторов.— В кн.: Успехи метеоритики. Новосибирск: изд. ИГиГ СО АН СССР, 1966, с. 27—29.
5. **Плеханов Г. Ф., Плеханова Л. Г.** О мутационных последствиях падения Тунгусского метеорита.— В кн.: Современное состояние проблемы Тунгусского метеорита. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1971, с. 35—37.
6. **Плеханов Г. Ф., Плеханова Л. Г., Привалов Г. Ф.** О мутационных последствиях Тунгусского взрыва 1908 г.— Изв. СО АН СССР, 1968, № 5. Сер. биол.-мед. наук, вып. 1, с. 44—48.