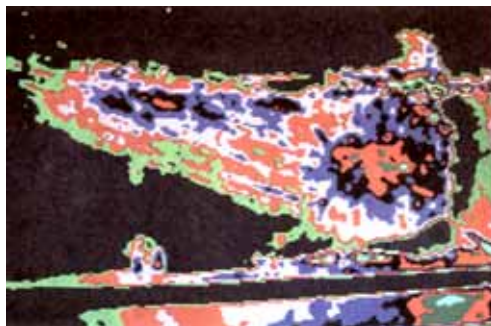




## АСТРОФИЗИКА

### Самый знаменитый гигантский болид

В этом году тунгусской катастрофе будет сто лет, но она по-прежнему продолжает волновать ученых мужей. Специалисты Института динамики геосфер РАН составили портрет виновника катастрофы в журнале «Астрономический вестник».



На самом деле ученых интересовал не Тунгусский метеорит. Они хотели исследовать малоизученный класс явлений — гигантские болиды, космические тела размером от пятидесяти метров до километра, которые полностью «сгорают» в земной атмосфере. Поэтому на Землю не падают осколки, не остается кратера, и в то же время гигантские болиды могут принести значительные разрушения и вызвать пожары. Такие катастрофы происходят редко — не чаще одного раза в сто лет. Крупные болиды встречаются с Землей еще реже, вот почему они мало изучены.

В наше время то, что нельзя наблюдать в природе или лаборатории, можно исследовать с помощью математического моделирования. Ими и воспользовались ученые московского Института динамики геосфер РАН. Оказалось, что независимо от размера и плотности, скорости и угла падения судьбы всех гигантских болидов очень похожи. Космическое тело влетает в атмосферу Земли. Сопротивление воздуха приводит к его разогреванию, сопровождающемуся испарением с поверхности, и к расплыванию. Болид превращается в большой блин, который в конце концов разваливается на множество кусков. При этом площадь поверхности увеличивается, испарение происходит быстрее. Куски болида исчезают один за другим. В какой-то момент вместо космического тела остается струя разогретого газа, движущаяся к Земле. Атмосфера тормозит движение струи. В результате такого противоборства образуется улетающее от земли горячее облако, точнее, огненный шар, по-

тому что температура такого облака тысячи градусов. Если оно хотя бы на несколько секунд коснется Земли, то пожара не миновать. А порой даже грунт плавится.

Представим, например, что каменное тело диаметром 60 метров и плотностью  $3,5 \text{ г/см}^3$  (это плотность алмаза) падает со скоростью 20 км/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. На высоте 30 км над Землей оно начнет деформироваться, в 20 километрах от Земли сплющится и, пролетев еще три километра, разрушится. Осколки полностью испарятся к высоте 10 км. Нижний край горячего облака достигнет примерно трехкилометровой высоты, а само облако начнет двигаться к верхним слоям атмосферы.

Вернемся к тунгусской катастрофе. Утром 30 июля 1908 года многие жители Центральной Сибири «оказались свидетелями полета ослепительно яркого болида, затмившего собой, как они отмечали, солнечный свет. Болид пронесся по небу в течение нескольких секунд примерно с юга на север и скрылся за тайгой в направлении реки Подкаменной Тунгуски. После исчезновения болида раздался взрыв оглушительной силы...» (Е.Л.Кринов. Сихотэ-Алинский и Тунгусский метеориты).

В двадцатые годы прошлого века трижды организовывались экспедиции в район катастрофы. Ученые увидели вывернутые с корнем деревья на площади  $25\text{--}30 \text{ км}^2$ , причем все они располагались корнями к общему центру. В  $12\text{--}15 \text{ км}$  от него деревья были обожжены. Интересно, что местность в тех краях холмистая, и поваленными оказались деревья на вершинах холмов, а в низинах росли себе как ни в чем не бывало. Никаких оскол-

ков космического тела найти не удалось.

Современные ученые считают, что такие разрушения мог произвести гигантский болид, затормозившийся на высоте  $3\text{--}4 \text{ км}$  (вернее, то, что от него осталось после испарения). А до этого он мог быть кометообразным телом диаметром около 100 метров, состоящим из смерзшихся газов и пыли, или каменным, размером  $50\text{--}60 \text{ метров}$ , влетевшим в земную атмосферу под углом  $45^\circ$  к горизонту.

## ФИЗИОЛОГИЯ

### Мозг в невесомости и после

*Какие изменения претерпевает кора головного мозга в условиях невесомости, попытались выяснить ученые из Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова в совместных российско-американских исследованиях (mantei@yandex.ru).*

Во время длительных космических полетов воздействию невесомости подвергается весь организм. Естественно, перестраивается и нервная система: благодаря пластичности головного мозга организм приспособляется к жизни без гравитации. Изменения, происходящие в мозгу животных на орбите, изучали и ранее, но ученые анализировали мозг уже после приземления. Гравитационный стресс, даже непродолжительный, который испытывали животные после приземления, не мог не повлиять на результат.

Впервые у специалистов появилась возможность исследовать мозг крысы, который был зафиксирован для анализа непосредственно в космосе. Крысы находились в космическом полете на борту американских кораблей «Колумбия» и «Спейсслаб-2» в течение 14 суток. Космические медико-биологические лаборатории были оснащены всем необходимым оборудованием, чтобы космонавты-исследователи могли прямо на орбите зафиксировать крысиный мозг введением специального раствора и изготовить тонкие срезы.

Изучение срезов мозга проводили уже на Земле силами ученых Институ-



та медико-биологических проблем РАН и НАСА. У другой группы крыс образцы мозга были взяты сразу после приземления. У третьей группы мозг анализировали через 14 суток после приземления. Контрольная группа крыс никуда не летала. Сравнивая данные, полученные от каждой группы, можно проследить, что происходит с мозгом во время полета и после него.

На тонких срезах, проходящих через все слои коры больших полушарий, при увеличении в 5000 – 20 000 раз ученые смогли выявить мельчайшие изменения структуры синапсов (контактов между нервными клетками) и сети кровеносных сосудов. Оказалось, что в коре мозга крыс, находившихся в условиях невесомости, снижалась функциональная активность синапсов. Кроме того, у них обнаружена дегенерация отростков нервных клеток, что выражалось в разрушении митохондрий – клеточных энергетических станций. В то же время сеть кровеносных капилляров в мозге крыс, побывавших в космосе, отличается повышенной плотностью. Такие изменения ученые связывают с приспособлением организма к условиям невесомости, а именно с недостатком афферентации – информации, поступающей к мозгу от мышц и других органов.

Структура мозга только что приземлившихся крыс во многом сходна со структурой мозга крыс в невесомости, однако есть и отличия. Так, малоактивных синапсов после приземления заметно меньше, чем в невесомости, зато значительно больше разрушающихся отростков нейронов, – это, вероятно, связано со стрессом во время посадки. Примечательно, что структура мозга животных, обследованных через две недели с момента приземления, практически не отличается от мозга крыс, находившихся все время на Земле. Это говорит о том, что запускаются процессы восстановления, заложенные в организме, которые приводят показатели работы мозга в норму.