Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Е. Краснова, В. Птушенко, Кротовые норы на льду моря,
Квант, 2021, номер 2, 49–50

DOI: <https://doi.org/10.4213/kvant20210207>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.85.5.30

26 апреля 2023 г., 18:28:19

Рис. 17

этого тока: $v = \mu E$, где коэффициент пропорциональности μ называется подвижностью электронов. Из-за действия на электроны силы Лоренца (на рисунке она направлена в сторону левой грани) происходит разделение зарядов и появляется поперечное электрическое поле с напряженностью E_x . Возникновение этого поля при протекании тока в образце, помещенном в магнитное поле, называют эффектом Холла. Перемещение электронов в направлении левой грани прекращается, когда силу Лоренца уравнивает электрическая сила: $evB = eE_x$. В установившемся режиме напряженность поперечного электрического поля $E_x = vB$.

Ниже описан эксперимент, в котором эффект Холла используется для исследования свойств полупроводника (рис. 18). Ток создает источник с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и малым внутренним сопротивлением. Величина маг-

Рис. 18

нитой индукции $B = 1,0$ Тл. Для изменения тока применяют переменный резистор, а вольтметром измеряют напряжение U_x между боковыми гранями в направлении, перпендикулярном магнитному полю и направлению протекающего тока. Размеры полупроводникового образца: толщина $d = 1,0$ мкм, ширина $b = 5,0$ мм, длина $L = 1,0$ см. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. В таблице представлена зависимость U_x от сопротивления r переменного резистора:

$r, \text{кОм}$	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0
$U_x, \text{В}$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5

С.Карамзин

Публикацию подготовил В.Слободянин

НАШИ НАБЛЮДЕНИЯ

Кротовые норы на льду моря

Е.КРАСНОВА, В.ПТУШЕНКО

ПРЕДСТАВЬТЕ СЕБЕ ТАКУЮ КАРТИНУ: зима, гладь моря, покрытого льдом, и посреди этой глади то тут, то там... кротовые норы! Нет, не «астрофизические», а вполне осязаемые холмики, какие бывают на поверхности земли, но только огромные — до нескольких метров в высоту, ледяные, и посреди моря (рис. 1)!

Фотографии В.Птушенко

Рис. 1

Эти впечатляющие образования — напоминание о том, что «дыхание» моря не прекращается и зимой. Трудно вообразить, как могут сочетаться приливы и отливы с неподвижностью льда, сковавшего поверхность воды. И действительно, это сочетание —

трудное, травматичное для ледяного покрова. Лед примерзает к берегу – земля по мере наступления зимних холодов остывает быстрее, чем вода, и лед в контакте с ней схватывается быстрее. Здесь он неподвижен. А вдали от берега продолжают приливно-отливные колебания льда вместе с поднимающейся и опускающейся по два раза в сутки водой. Правда, сплошной ледовый покров немного сковывает эти движения: в большинстве районов Белого моря, где сделаны фотографии, представленные в статье и на четвертой странице обложки журнала, размах колебаний снижается на десяток-другой сантиметров, но при высотах приливов 1,5–2 м это снижение почти незаметно. А дальше судьба льда может складываться очень по-разному, в зависимости от множества местных условий: от высоты прилива, рельефа прибрежного морского дна, морских течений, температуры воздуха и т.д. Относительно тонкий лед может проявлять некоторую эластичность, но более толстый лед будет ломаться под давлением приливной волны, образуя трещины, идущие вдоль берега. Через эти трещины вода может заливать поверхность припайного льда. Если же напор приливной волны достаточно сильный, то лед начинает крошиться вблизи разлома, образуются льдины, которые могут быть выброшены на поверхность припайного льда, загнаны под нее или встать дыбом, образуя так называемые ропаки (отдельные льдины, стоящие вертикально или наклонно) или же целые береговые гребни. В некоторых случаях (например, при наличии течений) вдоль берега образуются незамерзающие полыньи. Наверное, эти процессы можно в какой-то мере сравнить с формированием рельефа

Рис. 2

Рис. 3

земной поверхности, только происходящим за гораздо более короткие времена.

Но самые интересные формы зимнего морского рельефа образуются вокруг камней, лежащих на мелководье, обнажающихся в малую воду и скрывающихся под ее поверхность во время подъема уровня моря. При наступлении сильных морозов, когда лед успевает замерзнуть за те несколько часов, пока камни скрыты под водой, с наступлением отлива он будет опускаться и ломаться о макушки камней. Лед словно раскроется лепестками вокруг камня (рис. 2). Через образовавшиеся вокруг камня трещины на поверхность льда будут заливаться новые порции воды, создавая вокруг камня прекрасный «каток». При сильных морозах вода, испаряющаяся из этих трещин, будет конденсироваться на камне и окруживших его ледяных лепестках, приводя к нарастанию слоя льда (так называемый сублимационный лед). Высота такого шатра может достигать человеческого роста (рис. 3) или даже больше. А в ледяных пещерках в стенах-лепестках шатра встречаются вмёрзшие в них водоросли (рис. 4).

И вот вся поверхность морского залива покрывается этими гигантскими «кратовинами», сверкающими на зимнем солнце...

Рис. 4