



Популярный естественно-исторический журнал  
подъ редакціей  
проф. Н. К. Кольцова и проф. Л. А. Тарасевича.

РЕДАКТОРЫ ОТДѢЛОВЪ:

Проф. К. Д. Покровский, проф. П. П. Лазаревъ, проф. П. А. Артемьевъ,  
проф. Л. В. Писаржевскій, проф. Л. А. Чулаевъ, проф. П. А. Шиловъ,  
проф. В. А. Обручевъ, старш. мнпер. Акад. Наукъ А. Е. Ферманъ,  
А. А. Борисякъ, проф. Н. К. Кольцовъ, прив.-доц. В. Л. Комаровъ, проф.  
Н. М. Кулакинъ, проф. С. Н. Метальниковъ, проф. Л. А. Тарасевичъ, маг.  
геогр. С. Г. Григорьевъ.

Прив.-доц. С. Н. Блашко. Температура  
солнца и звѣздъ.

Проф. Л. И. Мандельштамъ. Объ излу-  
чении въ безпроводной теле-  
графіи.

Проф. К. М. Дерюгинъ. Космополитизмъ  
и биполярная теорія.

А. П. Модестовъ. Улучшеніе методовъ  
культуры растений.

Д-ръ А. В. Бекетовъ. Ученіе о витами-  
нахъ.

Научныя Нов. и Зам.; Природныя богат. Россіи; Научн. Общ. и Учр; Почт. ящикъ;  
Библиографія.

Цѣна 60 коп.

1916.

и соломоновъ фес



# Содержаніе журнала ПРИРОДА:

Философія естествознанія.—Астрономія.—Физика.—Химія.—Геологія съ палеонтологіей.—Минералогія.—Микробиологія.—Медицина.—Гигіена.—Общая біологія.—Зоологія.—Ботаника.—Антропологія.—Человѣкъ и его мѣсто въ природѣ.

Кромѣ оригинальныхъ и переводныхъ статей, въ журналѣ „Природа“ отведено значительное мѣсто ПОСТОЯННЫМЪ ОТДѢЛАМЪ: Научныя новости и замѣтки. Природ. богат. Россіи. Изъ лабораторной практики. Астрономическія извѣстія. Географическія извѣстія. Метеорологическія извѣстія. Почтовый ящикъ. Библиографія.

## ВЪ ЖУРНАЛЪ ПРИНИМАЮТЪ УЧАСТІЕ:

Проф. С. В. Аверинцевъ, В. Алафиновъ, проф. И. И. Андрусовъ, проф. Д. Н. Анучинъ, проф. В. М. Арнольди, проф. И. А. Артемьевъ, проф. В. М. Арцыховскій, астр. К. Л. Басевъ, прив.-доц. А. И. Бачинскій, проф. А. М. Безрѣдко (Парижъ), проф. Л. С. Берѣ, Б. М. Беркемейль, прив.-доц. С. И. Блажек, прив.-доц. А. А. Борзовъ, проф. С. Borrel (Парижъ), А. Л. Бродскій, И. А. Бѣльскій, проф. В. А. Вагнеръ, проф. Ю. Н. Вагнеръ, акад. проф. П. И. Вальденъ, проф. Б. Ф. Вершо, акад. проф. В. И. Вернадскій, лаб. В. Н. Верховскій, Д. С. Воронцовъ, проф. Г. В. Вульфъ, проф. Д. А. Гольдманеръ, М. Н. Гольдсмитъ (Парижъ), маг. геогр. С. Г. Григорьевъ, проф. А. Г. Гурвичъ, проф. В. Я. Данилевскій, проф. А. С. Доель, В. А. Дублянский, П. П. Дьяконовъ, проф. В. В. Завьяловъ, акад. В. В. Заленскій, проф. В. Р. Заленскій, инж. Д. А. Зиксъ, проф. А. А. Ивановъ, проф. Л. Л. Ивановъ, проф. В. Н. Ипатьевъ, лабор. П. В. Казанецкій, проф. А. Calmette (Лиля), А. П. Камитинскій, проф. Santaçizène (Бухарестъ), В. Ф. Капелькинъ, А. Р. Кириллова, ст. астр. Пулк. обс. С. К. Костинскій, проф. А. А. Круберъ, проф. А. В. Клобовскій, проф. И. К. Кольцовъ, инж. С. Г. Кондра, проф. К. И. Котеловъ, Л. П. Кравецъ, проф. Т. И. Кравецъ, кп. П. А. Крапоткинъ, проф. И. И. Кузнецовъ, П. Я. Кузнецовъ, проф. И. М. Кулакинъ, проф. П. С. Курнаковъ, проф. С. Е. Кушакевичъ, проф. П. П. Лазаревъ, проф. В. П. Лебедевъ, І. Д. Лукашевичъ, проф. Л. И. Мандельштамъ, проф. А. Marie (Парижъ), дръ Е. И. Марциновскій, проф. П. Г. Меликовъ, проф. F. Mesnil (Парижъ), проф. С. И. Метальниковъ, проф. И. И. Мечниковъ (Парижъ), астр. А. А. Михайловъ, А. Э. Мозеръ, И. А. Морозовъ, акад. П. В. Пасоноу, прив.-доц. А. В. Пемилловъ, астр. Г. Н. Неуйминъ, проф. А. М. Никольскій, проф. М. М. Новиковъ, М. В. Новорусскій, проф. В. А. Обручевъ, В. Л. Омелянскій, акад. проф. И. П. Павловъ, акад. проф. А. П. Павловъ, проф. Л. В. Писаржевскій, проф. Д. Д. Плетневъ, проф. К. Д. Покровскій, прив.-доц. І. Ф. Полакъ, А. А. Ризтеръ, А. Рождественскій (Лондонъ), И. А. Рубакинъ, М. П. Садовникова, проф. Я. В. Самойловъ, проф. А. В. Сапожениковъ, проф. В. В. Сапожениковъ, Ю. Ф. Семеновъ, Л. Д. Ситицкій, маг. С. А. Соевтовъ, проф. В. Д. Соколовъ, Ф. Ф. Соколовъ, Ф. А. Спицаковъ, проф. В. И. Талиовъ, проф. С. М. Танатаръ, проф. Г. Н. Танфильевъ, проф. Л. А. Тарасевичъ, маг. хим. А. А. Титовъ, астр. Пулк. обсерв. Г. А. Титовъ, акад. А. С. Фалишицкій, проф. Е. С. Федоровъ, прив.-доц. А. Е. Ферманъ, проф. О. Д. Хвольсонъ, проф. П. А. Холодковский, А. А. Черновъ, С. В. Чефрановъ, проф. А. Е. Чичибавинъ, пр.-доц. А. В. Чичкинъ, проф. Л. А. Чушевъ, А. Н. Чураковъ, маг. хим. П. П. Шорыгинъ, проф. И. А. Шиловъ, проф. В. М. Шилкевичъ, маг. В. В. Шилчинскій, прив.-доц. П. Ю. Шлидтъ, Э. А. Шлеберъ, проф. Е. А. Шульцъ, проф. А. И. Шукаревъ, прив.-доц. А. И. Ющенко, проф. А. И. Яроцкій.

## Продолжается подписка на 1916 г.

Цѣна (съ доставкой и пересылкой): на годъ 6 руб., на 9 мѣс. 4 р. 50 к., на 1/2 года 3 руб., на 3 мѣс. 1 р. 50 к., на 1 мѣс. 60 к., за границу 8 р. Отдѣльная книжка съ пересылкой 70 к., налог. платеж. 90 к.

Полные комплекты журнала за 1912, 1913, 1914 гг. остаются въ незначит. количествѣ и продаются по цѣнѣ за каждый 5 р. безъ перепл. и 6 р. 50 к. въ перепл. За 1915 г. остаются лишь неполные комплекты за 7 мѣс., Июнь—Декабрь и продаются по цѣнѣ 3 р. безъ перепл. и 4 р. 50 въ перепл.

КРЫШКА ДЛЯ ПЕРЕПЛЕТА годового экземпляра „Природы“ высылается по получ. 1 р. 50 к.

### КЪ СВѢДѢНІЮ Гг. ПОДПИСЧИКОВЪ.

1) Жалобы на неполученіе очередного № журнала должны быть заявлены немедленно по полученіи слѣдующаго очередного №; въ противномъ случаѣ контора по условіямъ почтовой пересылки не можетъ брать на себя бесплатную доставку вторичнаго экземпляра.  
2) О перемѣнѣ адреса гг. подписчики благоволятъ извѣщать контору ЗАБЛАГОВРЕМЕННО съ приложеніемъ 25 коп. (можно почтовыми марками), а также прежняго адреса.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ: въ конторѣ журнала „Природа“ (Москва, Моховая, 24), во всѣхъ книжныхъ магазинахъ, земскихъ складахъ и почтовыхъ отдѣленіяхъ.

АДРЕСЪ РЕДАКЦІИ и КОНТОРЫ: Москва, Моховая, 24, кв. 12. Телефонъ 4-10-81.

# ПРИРОДА

популярный  
естественно-научный журнал

Под редакцией

проф. Х. К. Кольцова и проф. Л. А. Марасевича.

Иностранным научным журналам предоставляется право перевода оригинальных статей и воспроизведение рисунков при условии точной ссылки на источник.

Русским изданиям перепечатка статей и воспроизведение рисунков, помещаемых в журнал «Природа», могут быть разрешены лишь по особому соглашению.

№ 2

МАРЪ

1916

## СОДЕРЖАНИЕ

Прив.-доц. С. Н. Блажко. Температура солнца и звѣздъ.

Проф. Л. П. Мандельштамъ. Объ излученіи въ безпроводной телеграфіи.

Проф. К. М. Дерюгинъ. Космополитизмъ и биполярная теорія.

А. П. Модестовъ. Улучшеніе методовъ культуры растений.

Д-ръ А. В. Бекетовъ. Ученіе о витаминахъ.

### НАУЧНЫЯ НОВОСТИ и ЗАМѢТКИ.

Астрономія. Вращеніе Нептуна. Движеніе туманностей. Звѣзды съ особенными спектрами.

Физика. Къ столѣтнему юбилею лампы Девы.

Геологія. Къ вопросу объ образованіи сталактитовъ. Составъ скелета морскихъ лиліи и ежей. Примѣненія кремня въ XX вѣкѣ. Дельфины (морскіе фонтаны) Гавайи.

Зоологія. Образованіе новаго вида снговъ въ теченіе 40 лѣтъ.

Географія. Когда открыты великія африканскія озера? Мировой сбытъ шелка. Сбытъ оленьихъ роговъ въ Китаѣ.

Некрологъ. Генри Чарльтонъ Бастіанъ.

### ПРИРОДНЫЯ БОГАТСТВА РОССИИ.

Туркестанскіи минеральніи источникъ. Возбужденіе интереса къ району Виллюя.

### НАУЧНЫЯ ОБЩЕСТВА и УЧРЕЖДЕНІЯ.

Ученныя общества и научныя журналы Россіи: 1) Съѣздъ представителей русскихъ ботаническихъ учреждений; 2) Общество Россійскихъ Физиологовъ имени П. М. Сѣменова; 3) Общество Россійскихъ Зоологовъ; 4) Русское Астрономическое Общество; 5) Московскій Научный Институтъ; 6) Новыя спеціальныя журналы по биологіи; 7) Периодическія изданія по геологіи; 8) Журналъ прикладной химіи.

Комиссія сырья при Комитетѣ военно-технической помощи.

### ПОЧТОВЫЙ ЯЩИКЪ.

### БИБЛИОГРАФІЯ.



## Температура Солнца и звѣздъ. <sup>1)</sup>

Прив.-доц. С. Блажко.

1. Когда намъ нужно измѣрить какую-либо температуру, мы прибѣгаемъ къ помощи всѣмъ извѣстнаго термометра; онъ очень хорошо выполняетъ свое назначеніе во всѣхъ случаяхъ обыденной жизни и онъ же, въ обычной или лишь немного измѣненной формѣ, служитъ и въ химическихъ лабораторіяхъ, гдѣ нужно измѣрять температуры болѣе высокія, чѣмъ температуры въ обыденной жизни. Примѣрно до 500° Цельзія матеріаломъ еще можетъ служить стекло, а расширяющимся тѣломъ ртуть. При болѣе высокихъ температурахъ прибѣгаютъ къ такъ наз. термоэлектрическимъ пирометрамъ (уже не тепломѣрамъ, а жаромѣрамъ); у нихъ внутри трубки, обыкновенно фарфоровой, у закрытаго конца ея сходятся и соприкасаются проволоки двухъ подходящихъ металловъ или сплавовъ, другіе же концы ихъ черезъ открытый конецъ трубки идутъ къ чувствительному гальванометру. Когда закрытый конецъ трубки помѣщенъ въ то мѣсто, температуру котораго желаютъ из-

мѣрить, то отъ нагрѣванія его и мѣста соприкосновенія проволокъ въ нихъ возникаетъ электрической токъ, сила котораго зависитъ отъ температуры; такъ что по отсчету гальванометра можно заключать о высотѣ температуры, подлежащей измѣренію. При этихъ и подобныхъ этимъ по идеѣ методахъ измѣренія температуры приходится доводить часть термометра до опредѣляемой температуры и, понятно, непременно долженъ быть предѣлъ примѣненія такихъ термометровъ, когда опредѣляемая температура настолько высока, что ни одно изъ извѣстныхъ намъ веществъ не можетъ оставаться при ней въ твердомъ состояніи безъ разрушенія. Кромѣ того, если даже измѣряемая температура еще не такъ высока, примѣненіе такихъ термометровъ

сопряжено со значительными трудностями и требуетъ очень осторожнаго обращенія съ ними. Между тѣмъ въ металлургіи постоянно приходится имѣть дѣло съ температурами въ родѣ 1000°—2000°, и качество продукта часто въ сильной степени зависитъ отъ достаточно точнаго опредѣленія температуры расплавленной массы металла. И вотъ успѣхи физики въ концѣ XIX в., именно изученіе лучистой энергіи, испускаемой тѣлами, доведенными нагрѣваніемъ до болѣе или менѣе яркаго свѣченія, привели въ наше время къ устройству такихъ термометровъ, или пирометровъ, при помощи которыхъ возможно

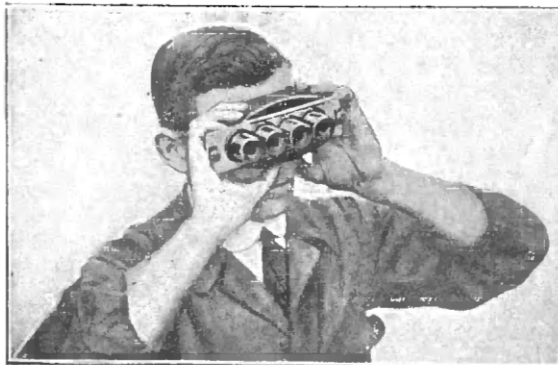


Рис. 1. Рабочій, глядя обоими глазами черезъ оптической пирометръ на свѣтящуюся поверхность расплавленнаго металла или стекла, опредѣляетъ его температуру.

измѣрять температуру подобныхъ тѣлъ издали, при чемъ и приборъ и наблюдатель лишь въ сравнительно малой степени подвергаются дѣйствию жара, исходящаго, напр., отъ расплавленнаго металла. Одна изъ формъ такого *оптического* пирометра имѣетъ видъ (см. рис. 1) бинокля или стереоскопа; его держать у глазъ, смотрятъ черезъ него на расплавленный металлъ, и послѣ минуты

наблюденія опредѣляется температура металла, правда, съ ошибкою, можетъ быть, въ 50°, но такая ошибка зачастую уже не имѣетъ большого значенія. Ясно, что только такой или подобный способъ и можно примѣнить для опредѣленія температуры Солнца и звѣздъ; и, дѣйствительно, тѣ успѣхи въ изученіи лучистой энергіи, которые привели къ устройству такого рода пирометровъ, позволили внести значительную опредѣленность и въ рѣшеніе вопроса о температурѣ Солнца,—вопроса, который естественно возникъ уже давно, но на который до конца XIX вѣка не получалось сколько-нибудь увѣреннаго отвѣта.

2. Элементарный опытъ обыденной жизни показываетъ намъ, что тѣла, нагрѣтыя выше, чѣмъ окружающая ихъ среда (жарко натопленная печь, свѣча, костеръ, раскаленные угли проекціоннаго фонаря, Солнце), испускаютъ

<sup>1)</sup> Докладъ въ общемъ собраніи Московскаго Общества Любителей Астрономіи.



отъ себя, говоря обыденнымъ языкомъ, тепло, выражаясь болѣе точнымъ языкомъ физики—лучистую энергію, которая распространяется во всѣ стороны отъ нагрѣтаго тѣла и способна, если встрѣтитъ тѣло, могущее поглощать ее, нагрѣвать его, превращаясь такимъ образомъ въ тепловую энергію, въ теплоту. Степень этого нагрѣванія зависитъ, конечно, отъ количества лучистой энергіи, которое падаетъ, напр., въ одну минуту на каждый квадратный сантиметръ нагрѣваемого тѣла, а это количество должно зависѣть отъ размѣровъ и разстоянія нагрѣвающего тѣла, но также и отъ степени его нагрѣтости, т.-е. отъ его температуры. Поэтому естественно задать вопросъ, нельзя ли опредѣлить температуру нагрѣтаго тѣла, напр., Солнца, если извѣстны его размѣры и количество лучистой энергіи, которое оно доставляетъ въ теченіе одной минуты на квадр. сантиметръ, находящійся на разстояніи Земли отъ Солнца и расположенный перпендикулярно къ падающимъ на него лучамъ. Размѣры Солнца и разстояніе Земли отъ него намъ извѣстны, и вопросъ приводится къ тому, чтобы, во-1-хъ, умѣть измѣрить упомянутое количество лучистой энергіи, испускаемой Солнцемъ; это—такъ наз. *солнечная постоянная* <sup>1)</sup>; и, во-2-хъ, изъ величины *солнечной постоянной* умѣть вывести температуру Солнца.

Для рѣшенія перваго вопроса намъ, принципиально говоря, нужно умѣть сдѣлать такъ, чтобы лучистая энергія, приходящая отъ Солнца въ теченіе одной минуты или нѣсколькихъ минутъ на опредѣленную площадку, поставленную перпендикулярно къ лучамъ Солнца, *вся цѣликомъ* ушла на нагрѣваніе опредѣленнаго количества, напр., воды, и измѣрить обыкновеннымъ термометромъ на сколько градусовъ повысится отъ этого температура этой воды. Положимъ, напр., что мы круглую жестяную коробку, у которой площадь дна равняется 100 кв. сант., а толщина  $1\frac{1}{2}$  сант., цѣликомъ наполнили водой, вставили въ нее шарикъ термометра, закрыли ее такъ, чтобы вода не выливалась, и труб-

1) „Солнечная постоянная“ есть общепринятый теперь научный терминъ; онъ вовсе не призванъ обозначать, что количество лучистой энергіи, испускаемой Солнцемъ, абсолютно постоянно. Правда, мы не имѣемъ непосредственныхъ указаній на то, что оно замѣтно измѣнилось въ историческія времена, но несомнѣнно, что, съ тѣхъ поръ, какъ существуетъ Солнце, оно медленно измѣняется; изслѣдованія же, произведенныя въ послѣдніе годы Абботомъ и Фоуле, даютъ основаніе предполагать въ немъ и небольшія періодическія измѣненія, быть можетъ, параллельныя съ измѣненіемъ количества пятенъ на Солнцѣ.

ка термометра торчала наружу, зачернили дно ея съ наружной стороны сажей, чтобы оно возможно больше поглощало лучи Солнца, поставили ея дно перпендикулярно къ лучамъ Солнца, и черезъ 60 сек. нашли, что температура воды поднялась ровно на  $1^{\circ}$  Цельсія. Тогда, *предполагая*, что лучистая энергія Солнца, упавшая на дно, *вся* перешла въ теплоту воды, мы легко найдемъ, что лучистая энергія Солнца, доставляемая за 60 сек. на 1 кв. сант. на поверхности Земли, способна нагрѣть  $1\frac{1}{2}$  куб. сант. воды на  $1^{\circ}$  Ц.; а это значитъ, согласно съ принятымъ въ физикѣ способомъ измѣрять теплоту калоріями, что эта энергія составляетъ  $1\frac{1}{2}$  калоріи. Но очевидно, что наше предположеніе невѣрно, потому что наша коробка съ водой либо излучаетъ энергію въ окружающій воздухъ, если она горячѣе его, либо нагрѣвается отъ соприкосновенія съ нимъ, если она холоднѣе. Происходящую отъ этого ошибку нужно, и до нѣкоторой степени можно, усчитать, и описанный приборъ былъ предложенъ для этой цѣли въ 30-хъ годахъ прошлаго вѣка французскимъ ученымъ Пулье. Впослѣдствіи онъ былъ видоизмѣненъ, усовершенствованъ, были предложены и вошли въ употребленіе и другіе приборы для той же цѣли, но иного устройства; всѣ они получили названіе пиргелиометровъ или актинометровъ. Можно, напр., пропустить лучи Солнца вдоль трубки, дно которой внутри зачернено, нижняя часть которой окружена слоемъ воды, подлежащей нагрѣванію, а весь приборъ окруженъ дурнымъ проводникомъ тепла; это—существенныя особенности (мы опускаемъ сложныя техническія детали) того актинометра, которымъ въ послѣдніе годы Абботъ и Фоуле (Abbot and Fowle) производили многократныя опредѣленія солнечной постоянной въ Америкѣ и Африкѣ. Проф. В. А. Михельсонъ предложилъ направлять лучи Солнца въ ледяную камеру и опредѣлять количество льда, растаявшаго въ опредѣленный промежутокъ времени. Въ актинометрѣ проф. О. Д. Хвольсона есть два термометра, резервуары которыхъ имѣютъ форму плоскихъ спиралей; они могутъ поочередно подвергаться нагрѣванію лучами Солнца, при чемъ, когда нагрѣвается одинъ, то другой находится въ тѣни; по разницѣ ихъ показаній можно опредѣлить количество энергіи, доставляемой Солнцемъ. Очень точные результаты можетъ давать компенсационный актинометръ Энгстрема; въ немъ есть двѣ тонкія и узкія, по возможности одинаковыя, зачерненныя металлическія пластинки; одна изъ нихъ нагрѣвается лучами Солнца, другая въ тѣни отъ лучей

Солнца нагревается электрическим токомъ, сила котораго подбирается такъ, чтобы установившаяся температуры обѣихъ пластинокъ были одинаковы; это узнается при помощи термоэлектрическихъ элементовъ; тогда по силѣ тока и сопротивленію пластинки можно опредѣлить количество доставляемой ей энергіи, равное, при равенствѣ температуръ, количеству энергіи, которая другой пластинкѣ доставляется Солнцемъ.

3. Каждое наблюдение съ актинометромъ даетъ количество энергіи, доставленное Солнцемъ въ 1 мин. на 1 кв. сант. того мѣста на поверхности Земли, гдѣ производилось наблюдение; но это еще не есть „солнечная постоянная“, потому что лучистая энергія Солнца отчасти поглощается атмосферой Земли, и такъ какъ устранить это поглощеніе мы не можемъ, то надо умѣть усчитать его вліяніе. Это поглощеніе увеличивается съ уменьшеніемъ высоты Солнца надъ горизонтомъ, потому что при этомъ лучи Солнца должны проходить земную атмосферу постепенно все болѣе косо, подъ болѣе острымъ угломъ, такъ что увеличивается длина пути лучей въ атмосферѣ и, слѣдовательно, поглощеніе. Простое геометрическое соображеніе показываетъ, что длина пути лучей въ земной атмосферѣ, приблизительно, обратно пропорциональна синусу высоты Солнца надъ горизонтомъ, такъ что, напр., при высотѣ въ  $30^\circ$  этотъ путь вдвое больше, чѣмъ при высотѣ въ  $90^\circ$ , когда Солнце стоитъ въ зенитѣ; при высотѣ  $19\frac{1}{2}^\circ$ —второе, при высотѣ въ  $14\frac{1}{2}^\circ$ —вчетверо больше этого и т. д. Поглощеніе же при этомъ увеличивается такимъ образомъ, что, напр., если при высотѣ Солнца въ  $90^\circ$  земная атмосфера пропускаетъ  $80\%$  лучистой энергіи, то при высотѣ  $30^\circ$  она пропускаетъ  $80\%$  отъ  $80\%$ , т.-е.  $64\%$ , при высотѣ  $19\frac{1}{2}^\circ$ — $80\%$  отъ  $64\%$ , т.-е.  $51,2\%$  и т. д. Имѣя это въ виду, положимъ, напр., что при помощи актинометра найдено, что, когда Солнце въ зенитѣ, оно доставляетъ въ 1 мин. на 1 кв. сант. 1.8 калорій, а когда его высота  $30^\circ$ ,—1.5 калорій; тогда *внѣ* земной атмосферы оно доставляетъ во столько разъ больше 1.8 к., во сколько 1.8 больше 1.5, т.-е. 2.16 кал. Эти соображенія лежатъ въ основѣ разсужденій для учета поглощенія лучистой энергіи въ нашей атмосферѣ; на дѣлѣ приходится принимать во вниманіе, что поглощеніе не одинаково для лучей различныхъ цвѣтовъ, т.-е. различныхъ длинъ волнъ, и это обстоятельство усложняетъ расчеты, но все же съ большей или меньшей увѣренностью можно учесть поглощеніе земной атмосферы, произведя наблюденія актино-

метромъ на различныхъ высотахъ Солнца надъ горизонтомъ. Конечно, при этомъ приходится предполагать, что составъ атмосферы, напр., количество водяныхъ паровъ въ ней, не мѣняется въ теченіе дня; поручиться за это нельзя, учесть это невозможно, а посему для такихъ наблюденій выбираются исключительно ясные дни. Не входя въ болѣе тонкія техническія детали этихъ изслѣдованій, укажемъ, что такимъ путемъ, начиная съ 30-хъ годовъ XIX в., неоднократно производились опредѣленія „солнечной постоянной“, и вотъ каковы результаты, полученные различными изслѣдователями:

1837 г. . . . .	Пулье 1.8 кал.
1860 г. . . . .	Гагенъ 1.9 „
1872 г. . . . .	Форбсъ 2.8 „
1875 г. . . . .	Виоль 2.6 „
1878 г. . . . .	Крова 2.3 „
1884 г. . . . .	Ланглей 3.1 „
1889 г. . . . .	Савельевъ 2.9 „
1889 г. . . . .	Пернтеръ 3.2 „
1896 г. . . . .	Валло 1.7 „
1897 г. . . . .	Крова и Ганскій 3.4 „
1898 г. . . . .	Риццо 2.5 „
1908 г. . . . .	Шейнеръ 2.3 „
1908 г. . . . .	Абботъ и Фоуле 2.1 „

Различіе между собою этихъ результатовъ нужно приписать отчасти несовершенству различныхъ инструментовъ, а главнымъ образомъ, трудностямъ точнаго учета поглощенія лучистой энергіи въ нашей атмосферѣ; въ концѣ XIX в. классическимъ числомъ считалось 3 кал., теперь на основаніи послѣднихъ, болѣе тщательныхъ, измѣреній надо считать 2.1 кал.

4. Разъ извѣстно, какое количество лучистой энергіи Солнце ежеминутно доставляетъ на 1 кв. сант., поставленный нормально къ его лучамъ на разстояніи Земли, то для опредѣленія температуры Солнца нужно знать, въ какой зависимости отъ температуры излучающаго тепла находится количество испускаемой имъ лучистой энергіи. До XIX в. и особенно въ теченіе его предлагались различными изслѣдователями весьма разнообразныя формулы, устанавливающія эту зависимость. Примѣненіе ихъ къ опредѣленію температуры Солнца приводило къ весьма разнообразнымъ числамъ отъ нѣсколькихъ миллионныхъ градусовъ до  $1\frac{1}{2}$  тысячъ; существенно, что это разнообразіе зависѣло лишь въ очень малой степени отъ различія величинъ „солнечной постоянной“; почти цѣликомъ оно зависѣло отъ различія упомянутыхъ формулъ, которыя вывелись изъ различныхъ теоретическихъ соображеній на основаніи въ сущности немногочисленныхъ измѣреній въ физическихъ лабораторіяхъ.



Только въ концѣ XIX вѣка болѣе тщательныя изслѣдованія позволили точнѣе прежняго формулировать связь между температурой тѣла и его излученіемъ. Читатели „Природы“ уже знакомы съ этими изслѣдованіями по статьѣ проф. О. Д. Хвольсона „О несуществующихъ химическихъ и тепловыхъ лучахъ“<sup>1)</sup>. Мы ограничимся поэтому лишь указаніемъ тѣхъ результатовъ этихъ изслѣдованій, которые непосредственно относятся къ нашей темѣ. Различныя тѣла, будучи нагрѣты до одинаковой температуры, излучаютъ различное количество энергии; идеальнымъ, совершеннымъ излучателемъ, радиаторомъ, оказывается такое тѣло, которое способно вполнѣ поглощать всю падающую на него лучистую энергию, которое, поэтому, мы должны назвать абсолютно чернымъ, согласно съ обычнымъ смысломъ этого слова; такое тѣло при всякой температурѣ излучаетъ сильнѣе, чѣмъ другія тѣла, и, слѣдовательно, заданное количество лучистой энергии оно испускаетъ при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ прочія тѣла. Экспериментальныя и теоретическія изслѣдованія привели къ установленію слѣдующихъ законовъ относительно такого идеальнаго радиатора: 1) все количество лучистой энергии, ежеминутно испускаемой однимъ квадрат. сант. его поверхности въ одну сторону отъ него, т.-е. на площадь *полусферы*, въ центрѣ которой онъ находится, составляетъ  $77t^4$  калорій, гдѣ  $t$  есть его абсолютная температура, выраженная въ *тысячахъ* град. Цельзія (такъ что, напр., если температура есть  $3500^{\circ}$ , то  $t=3,5$ ); это такъ наз. законъ Стефана; 2) количество лучистой энергии, приходящееся на различныя части спектра, мѣняется съ температурой, такъ что мѣсто спектра, на которое приходится максимумъ энергии, при повышеніи температуры перемѣщается къ ультрафіолетовому концу спектра; если черезъ  $\lambda_m$  обозначить въ микронахъ<sup>2)</sup> длину волны, которой соответствуетъ максимумъ энергии въ спектрѣ, то для совершеннаго радиатора  $\lambda_m \cdot t = 2,93$ , гдѣ  $t$  имѣетъ прежнее значеніе; это такъ наз. законъ Вина. Для излучателей несовершенныхъ законы излученія иные; для нашего вопроса важно лишь, что для нихъ вмѣсто чиселъ 77 и 2,93 получаютъ числа *меньшія* и для разныхъ тѣлъ разные.

Второй законъ является частнымъ по отношенію къ общему закону, выражающему зависимость распредѣленія энергии въ спектрѣ совершеннаго излучателя отъ его темпера-

туры; этотъ общій законъ выражается лучше всего формулой Планка

$$E_{\lambda} = \frac{C}{\lambda^5 (e^{c/\lambda T} - 1)} \Delta\lambda,$$

гдѣ  $E_{\lambda}$  есть количество энергии, соответствующей мѣсту спектра около длины волны  $\Delta$  отъ  $\lambda$  до  $\lambda + \Delta\lambda$ ,  $C$ —коэффициентъ, зависящій отъ избранныхъ единицъ для измѣренія энергии,  $T$ —абсолютная температура,  $c$ —коэффициентъ, равный 14550, если  $\lambda$  выражено въ микронахъ. Рис. 2 иллюстрируетъ эту формулу, указывая распредѣленіе энергии въ спектрѣ совершеннаго излучателя при

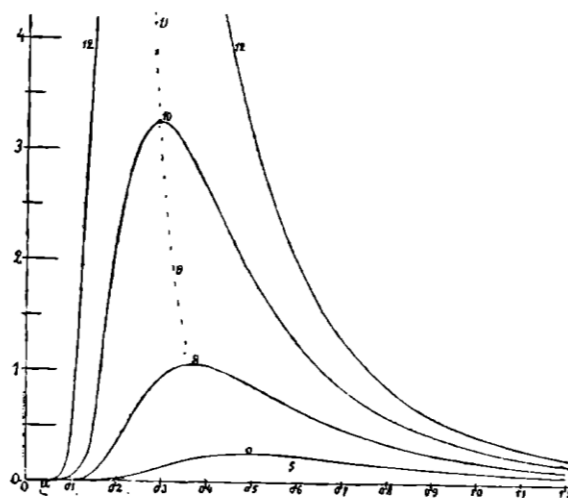


Рис. 2. По горизонтальному направленію считаются длины волнъ лучистой энергии, отъ 0 до 1·2 микрона; по вертикальному, начиная отъ горизонтальной черты, считается количество энергии, выраженной въ произвольной, но для всѣхъ кривыхъ одинаковой мѣрѣ; цифры при кривыхъ означаютъ температуру въ тысячахъ градусовъ; кривая для  $12000^{\circ}$  не умѣщается на чертежѣ. Изъ чертежа видно, какъ быстро при повышеніи температуры растетъ энергія въ каждомъ мѣстѣ спектра, и какъ вмѣстѣ съ тѣмъ мѣсто спектра, которому соответствуетъ максимумъ энергіи, перемѣщается влѣво, къ короткимъ длинамъ волнъ; прерывистая кривая соединяетъ верхнія точки кривыхъ; на ней отмѣчены еще верхнія точки кривыхъ для  $5000^{\circ}$ ,  $7000^{\circ}$ ,  $9000^{\circ}$  и  $11000^{\circ}$ , которыя цѣликомъ не проведены, чтобы не усложнять чертежа.

температурѣ въ 6, 8, 10 и 12 тысячъ градусовъ.

5. Если для опредѣленія температуры Солнца примѣнить первый законъ, то, полагая для „солнечной постоянной“ величину  $2 \cdot 1$  к., получаемъ для температуры Солнца  $6000^{\circ}$  абс. ( $t=6$ ).

Выводъ такъ простъ, что стоитъ привести его. Обозначимъ чрезъ  $R$  число сантиметровъ въ разстояніи отъ Солнца до Земли, чрезъ  $r$  число сантиметровъ

1) „Природа“, 1915 г., май.

2) Микронъ,  $\mu$ , есть тысячная доля миллиметра.

въ радиусъ Солнца; поверхность шара радиуса  $R$  есть  $4\pi R^2$  кв. сант., слѣд., вся эта поверхность получаетъ ежеминутно  $2.1 \times 4\pi R^2$  калорій, и это количество лучистой энергіи получается отъ всей поверхности Солнца, т.-е. отъ  $4\pi r^2$  кв. сант.; слѣд., каждый квадрат. сант. ея излучаетъ въ одну сторону отъ себя

$$\frac{2.1 \times 4\pi R^2}{4\pi r^2} = 2.1 \left(\frac{R}{r}\right)^2 \text{ кал.};$$

но изъ астрономическихъ измѣреній извѣстно, что разстояніе отъ Земли до Солнца въ 215 разъ больше радиуса Солнца; слѣд., означенное количество  $= 2.1 \cdot (215)^2$ ; а по первому закону, оно же равно  $77.t^4$ ; отсюда  $t$  равняется 5,96 или, округляя число, 6.

Это значитъ, что, принимая Солнце за идеальный радиаторъ, мы получаемъ для средней температуры излучающей поверхности  $6000^\circ$ ; если оно не совершенный радиаторъ, температура должна быть *больше*, на сколько именно, опредѣлить пока нельзя. Но намъ поможетъ въ этомъ отношеніи примѣненіе второго закона. На ряду съ опредѣленіемъ „солнечной постоянной“ неоднократно производились изслѣдованія распределенія лучистой энергіи въ солнечномъ спектрѣ. Эти изслѣдованія производятся при помощи такъ наз. болометра. Основная идея этого инструмента заключается въ слѣдующемъ: въ немъ есть тонкая проволока или узкая и чрезвычайно тонкая полоска изъ платины, электропроводность которой мѣняется при измѣненіи ея температуры, такъ что, если по этой проволоцѣ идетъ электрический токъ, то его сила зависитъ отъ большаго или меньшаго нагрѣванія проволоки. Этотъ токъ обтекаетъ катушку гальванометра, и, слѣд., зеркальце его болѣе или менѣе поворачивается въ зависимости отъ нагрѣванія проволоки. Последняя зачернена, чтобы возможно полнѣе поглощать падающую на нее лучистую энергію, и помѣщается поперекъ спектра, въ которомъ желаютъ изслѣдовать распределеніе энергіи; она медленно перемѣщается отъ одного конца спектра до другого, и отклоненіе зеркальца гальванометра, перемѣняющееся сообразно съ распределеніемъ энергіи въ спектрѣ, регистрируется фотографическимъ способомъ. Для усиленія чувствительности болометра проволока составляетъ часть мостика Уитстона; такимъ приборомъ возможно подмѣтить измѣненіе температуры въ миллионную долю градуса Цельзія.

Опять - таки и здѣсь непосредственные результаты измѣреній должны быть испра-

влены отъ поглощенія нашей атмосферы, которая, вообще говоря, тѣмъ сильнѣе поглощаетъ лучи, чѣмъ ближе ихъ мѣсто въ спектрѣ къ ультрафіолетовому концу; и въ этомъ вопросѣ учетъ поглощенія особенно труденъ; по послѣднимъ изслѣдованіямъ Аббота и Фоуле максимумъ энергіи приходится прибол. на  $\lambda_m = 0.47$ ; если такъ, то по второму закону, принимая Солнце за совершенный излучатель, получаемъ для его температуры  $6240^\circ$ ; если оно не совершенный излучатель, температура должна быть *меньше*; на сколько меньше, опредѣлить нельзя, но если теперь сопоставить оба результата, то ясно, что во всякомъ случаѣ эта температура лишь немного разнится отъ 6 тысячъ градусовъ Цельзія. Кромѣ того, согласіе между собою обоихъ результатовъ показываетъ, что Солнце, вообще говоря, излучаетъ энергію приблизительно такъ, какъ совершенный излучатель. Однако иногда для большей точности говорятъ, что полученная указанными способами температура Солнца есть его *эффективная* температура, т.-е. температура, которую долженъ былъ бы имѣть совершенный радиаторъ размѣровъ Солнца, чтобы излучать столько лучистой энергіи, сколько ее излучаетъ Солнце. Къ этому необходимо прибавить еще одно соображеніе. Солнечный дискъ представляется намъ неодинаковой яркости во всѣхъ его точкахъ: въ центрѣ яркость во всѣхъ цвѣтахъ спектра наибольшая, во всѣ стороны она убываетъ къ краямъ. По господствующимъ воззрѣніямъ это объясняется тѣмъ, что надъ поверхностью фотосферы располагается атмосфера Солнца, слой газовъ и, можетъ быть, пыли, которая отчасти поглощаетъ энергію, испускаемую фотосферой. Значитъ, солнечная постоянная не представляетъ всей энергіи, испускаемой фотосферой, и ее нужно увеличить, усчитавъ поглощеніе атмосферы, различное для различныхъ лучей спектра; соотвѣтственно съ этимъ и температура собственно излучающей поверхности, фотосферы, должна оказываться больше 6 тысячъ градусовъ. Подобныя изслѣдованія производились; очень обстоятельное—опубликовалъ въ 1915 г. Ф. Биске (въ Варшавѣ), который получилъ для температуры фотосферы круглымъ числомъ 7 тысячъ град.

При сужденіи о степени довѣрія, которое мы должны оказывать указаннымъ результатамъ, нужно прежде всего имѣть въ виду, что тѣ законы излученія, которые приведены выше, выведены на основаніи опытовъ въ земныхъ лабораторіяхъ, при которыхъ температуры изученныхъ источниковъ энергіи не



превышали 2000°. Въ виду вполне удовлетворительнаго согласія этихъ законовъ съ наблюдаемыми величинами, мы считаемъ ихъ вѣрными и для болѣе высокихъ температуръ. Иначе мы поступить не можемъ, если не хотимъ вполне отказаться отъ хотя бы приближеннаго отвѣта на вопросъ о температурѣ Солнца, но все же нельзя отрицать, что, можетъ быть, упомянутые законы не съ такой точностью приложимы къ температурамъ въ 5—10 тысячъ градусовъ, какъ къ болѣе низкимъ, не превышающимъ 2000°. Однако то обстоятельство, что одинъ законъ указываетъ намъ высшій, а другой низшій предѣлъ для температуры Солнца, а также и то, что вообще распредѣленіе энергіи въ спектрѣ Солнца довольно близко согласуется съ тѣмъ закономъ распредѣленія энергіи въ спектрѣ совершеннаго излучателя, который былъ выведенъ изъ опытовъ съ температурами до 2000°, даетъ намъ надежду, что дѣйствительная средняя температура поверхностнаго слоя Солнца мало отличается отъ 6—7 тысячъ градусовъ; во всякомъ случаѣ теперь нѣтъ основаній ни оцѣнивать ее десятками тысячъ градусовъ, ни низводить до  $1\frac{1}{2}$  тысячъ, какъ это было въ срединѣ XIX в. Конечно, это есть, какъ уже указывалось, *средняя* температура поверхности Солнца; въ отдѣльныхъ мѣстахъ ея температура можетъ быть выше или ниже этой средней. Напримѣръ, температура солнечныхъ пятенъ несомнѣнно ниже ея; по опредѣленію астрофизика Пулковской обсерваторіи А. А. Бѣлопольскаго температура пятенъ составляетъ около 3500°. Внутреннія части Солнца, конечно, имѣютъ болѣе высокую температуру, возрастающую по мѣрѣ приближенія къ центру Солнца; о степени этого возрастанія мы не знаемъ ничего; объ этомъ можно только дѣлать гипотезы, осужденныя пока, можетъ быть, только временно, оставаться безъ провѣрки ихъ наблюденіями.

6. Звѣзды суть самосвѣтящіяся тѣла, подобныя нашему Солнцу. Понятно поэтому, что для опредѣленія температуры поверхности каждаго изъ этихъ солнцъ, мы въ правѣ и должны примѣнять тѣ же приемы, какъ для опредѣленія температуры ближайшей къ намъ звѣзды, нашего Солнца. Однако путь къ рѣшенію этого вопроса не такъ широкъ и гораздо труднѣе, чѣмъ путь къ температурѣ Солнца. Звѣзды въ миллионы разъ дальше отъ насъ, чѣмъ Солнце; поэтому, если ихъ излученіе на дѣлѣ примѣрно такъ же сильно, какъ излученіе Солнца, то количество энергіи, которое одна звѣзда доста-

вляетъ на 1 кв. сант. на Землѣ, въ миллионы миллионовъ разъ меньше 2-хъ калорий. Это очень малая величина, и ее едва-едва можно ощутить при помощи самыхъ чувствительныхъ приборовъ, не говоря уже о томъ, чтобъ точно измѣрить. Но если бы даже и удалось опредѣлить количество энергіи, ежеминутно доставляемой на 1 кв. сант. на Землѣ отдѣльными звѣздами, на что еще можно надѣяться, то отсюда еще нельзя было бы опредѣлить ихъ температуру, потому что, какъ мы видѣли выше, для этого нужно еще знать, во сколько разъ разстояніе какой-либо звѣзды отъ Земли больше радіуса звѣзды, т.-е. знать угловой діаметръ звѣзды, а эта задача представляется въ настоящее время еще болѣе трудной, чѣмъ опредѣленіе лучистой энергіи яркой звѣзды. Остается второй путь—изслѣдованіе распредѣленія энергіи въ спектрѣ звѣзды,—не требующій дополнительныхъ данныхъ, но и онъ въ этомъ случаѣ гораздо труднѣе, чѣмъ въ случаѣ Солнца. По незначительности лучистой энергіи, получаемой нами отъ звѣздъ, невозможно къ изслѣдованію распредѣленія ея въ спектрѣ примѣнить наиболѣе прямой путь—при помощи болометра; ни онъ, ни другіе подобныя приборы не достаточно чувствительны для этой цѣли. Остается нашъ глазъ и фотографическая пластинка; они для этого достаточно чувствительны, по крайней мѣрѣ, примѣнительно къ болѣе яркимъ звѣздамъ неба, но съ другой стороны они менѣе приспособлены для этой цѣли, чѣмъ проволока болометра. Послѣдняя приблизительно одинаково поглощаетъ всю падающую на нее лучистую энергію во всѣхъ частяхъ спектра независимо отъ ея длины волны, и поворотъ зеркальца гальванометра измѣряетъ эту энергію; напротивъ, нашъ глазъ и фотографическая пластинка въ весьма различной степени чувствительны къ лучистой энергіи различныхъ частей спектра, и въ частности нашъ глазъ такъ различно ощущаетъ различныя части спектра (мы видимъ вѣдь ихъ качественно различными, разнаго цвѣта), что для него количественныя сравненія энергіи въ двухъ разныхъ мѣстахъ спектра принципиально невозможны. Остается окольный путь. Нужно опредѣлить глазомъ при помощи спектрофотометра, во сколько разъ *яркость* въ нѣсколькихъ опредѣленныхъ мѣстахъ въ спектрѣ звѣзды больше или меньше яркости въ *тѣхъ* же мѣстахъ въ спектрѣ какого-нибудь земнаго источника свѣта, напр., опредѣленнаго мѣста нити калильной электрической лампы; а затѣмъ, либо съ помощью болометра сравнить между

собою *лучистую энергию* въ тѣхъ же мѣстахъ послѣдняго спектра, либо, если это по слабости свѣта опять окажется затруднительнымъ, сравнить опять-таки при помощи спектрофотометра *яркость* тѣхъ же мѣстъ въ спектрѣ той же лампы и въ спектрѣ искусственно созданнаго идеальнаго излучателя опредѣленной температуры. Распределение энергии въ его спектрѣ дается вышеприведенной формулой; и тогда на основаніи двухъ упомянутыхъ рядовъ сравненій яркости, можно вычислить, во сколько разъ лучистая энергія въ каждомъ изъ подвергнутыхъ измѣренію мѣстъ спектра звѣзды больше или меньше, чѣмъ въ одномъ изъ нихъ, т.-е. можно опредѣлить *относительныя* количества лучистой энергии въ этихъ мѣстахъ звѣзднаго спектра. Теперь остается лишь построить кривыя, которыя показывали бы относительныя количества лучистой энергии въ разныхъ мѣстахъ спектра совершеннаго излучателя при различныхъ температурахъ его. Положимъ, что мы имѣемъ нѣсколько совершенныхъ излучателей различной температуры и различнаго размѣра; распределение лучистой энергии въ спектрѣ каждаго изъ нихъ зависитъ отъ его температуры и выражается вышеприведенной формулой Планка, но количества энергии, доставляемая имъ на какой-либо квадрант. сантиметръ, зависитъ также и отъ размѣровъ излучателя и отъ разстоянія между нимъ и воспринимающимъ его энергію тѣломъ. Представимъ себѣ теперь, что разстоянія этихъ излучателей отъ измѣрительнаго прибора сообразно съ ихъ размѣрами подобраны такъ, что для какого-либо мѣста въ спектрѣ, напримѣръ, для длины волны 0.450 микрона, количества энергии, доставляемая ими, одинаковы. Для другихъ мѣстъ спектра они будутъ различны уже въ зависимости только отъ температуры каждаго излучателя. Такимъ образомъ, въ этомъ случаѣ кривыя распределения энергии въ спектрѣ при различныхъ температурахъ будутъ всѣ пересѣкаться въ общей точкѣ при  $\lambda = 0.450 \mu$ , а по обѣ стороны ея будутъ расходиться сообразно съ температурой. Эти кривыя можно вычислить по формулѣ Планка, и онѣ представлены на рис. 3 для температуръ 4, 6, 8 и 12 тысячъ град. и для длинъ волнъ отъ 0.3  $\mu$  до 0.75  $\mu$ , ограничивающихъ фотографическую и визуальную область спектра. Положимъ, что для простоты разсужденій и вычисленій одно изъ тѣхъ мѣстъ звѣзднаго спектра, о которыхъ была рѣчь выше, преднамѣренно было избрано около 0.450  $\mu$ ; значитъ, наши измѣренія дадутъ рядъ точекъ,

изъ которыхъ одна совпадаетъ съ общей точкой кривыхъ на рис. 3; мы проводимъ тогда черезъ всѣ эти точки плавную кривую и по расположенію ея между теоретическими кривыми выводимъ заключеніе объ *эффективности*, въ томъ смыслѣ, какъ было указано ранѣе, температурѣ изслѣдованной звѣзды. Замѣтимъ, что теоретическія кривыя чертежа 3 имѣютъ только одну общую точку, кромѣ двухъ, практически недостижимыхъ точекъ, у которыхъ длина волны есть нуль и безконечность. Поэтому, принципиально говоря, было бы достаточно провести упомянутыя фотометрическія измѣренія только для  $\lambda = 0.450 \mu$  и еще какого-либо одного мѣста въ спектрѣ. Но важно выполнить такія измѣренія въ нѣсколькихъ точкахъ, распределенныхъ по возможности по всей видимой или фотографируемой части спектра. Такимъ путемъ мы, во-первыхъ, ослабляемъ вліяніе на результатъ неизбежныхъ случайныхъ, не поддающихся учету, ошибокъ измѣреній, а во-вторыхъ, по формѣ полученной кривой, по ея согласію съ близкими къ ней теоретическими кривыми получаемъ возможность судить о томъ, въ какой степени распределение энергии въ спектрѣ изслѣдуемой звѣзды согласуется съ распределеніемъ энергии въ спектрѣ идеальнаго излучателя, а это въ свою очередь можетъ дать основанія къ сужденію о физическомъ устройствѣ звѣздъ. Какъ видимъ, путь къ опредѣленію температуръ звѣздъ и узокъ, и тернистъ. Онъ станетъ легче, когда неоднократно изслѣдованіями будетъ опредѣлено распределение лучистой энергии въ спектрахъ и, слѣдовательно, температуры хотя бы немногихъ звѣздъ; тогда, сравнивая яркости въ одинаковыхъ мѣстахъ спектра какой-либо звѣзды съ яркостями тѣхъ же мѣстъ въ спектрѣ одной изъ этихъ основныхъ звѣздъ, можно будетъ уже безъ другихъ дополнительныхъ измѣреній судить объ распределеніи лучистой энергии въ ея спектрѣ; эти немногія звѣзды будутъ служить, такъ сказать, эталонами для другихъ звѣздъ.

Пока мы имѣемъ лишь немного изслѣдованій относительно температуры звѣздъ. Наибольше обширные ряды измѣреній были выполнены гг. Шейнеромъ и Вильзингомъ въ Потсдамской астрофизической обсерваторіи и Г. А. Тиховымъ въ Пулковской обсерваторіи. Шейнеръ и Вильзингъ подвергли изслѣдованію при помощи спектрофотометра, какъ объяснено выше, спектры 109 звѣздъ, расположенныхъ въ различныхъ областяхъ неба; для эффективныхъ температуръ звѣздъ они получили числа отъ 12800° до 28000°; въ виду трудности изслѣдованія невозможно,



конечно, безусловно отстаивать числа, полученные для отдѣльных звѣздъ; мы приведемъ поэтому лишь среднѣе результаты, устанавливающіе приблизительно связь между характеромъ спектра и эффективной температурой (округляя числа):

Звѣзды спектральнаго типа	<i>A</i> (бѣлыя)	. . .	11000°
"	"	<i>F—G</i> (болѣе или менѣе желтыя)	. 6000°
"	"	<i>K</i> (красныя)	. . 4000°

Тиховъ изслѣдовалъ при помощи фотографирования звѣздъ чрезъ свѣтофильтры яркости въ пяти мѣстахъ спектра между  $0.565 \mu$  и  $0.380 \mu$  у 252 звѣздъ въ группѣ Плеядъ и результатами этихъ измѣреній воспользовался, между прочимъ, для опредѣленія эффективныхъ температуръ звѣздъ. Исходя изъ допущенія, что звѣзды спектральнаго класса *A* имѣютъ въ среднемъ эффективную температуру ок.  $11000^\circ$ , по изслѣдованіямъ Шейнера и Вильзинга, Тиховъ получилъ для звѣздъ въ Плеядахъ

спектр. класса	<i>F—G</i>	около	9000°
"	"	<i>K</i>	" 4000°

При тѣхъ и другихъ изслѣдованіяхъ оказалось, что температуры низкія опредѣляются замѣтно точнѣе, чѣмъ высокія; и это понятно изъ черт. 3; на немъ видно, что въ предѣлахъ отъ  $0.75 \mu$  до  $0.38 \mu$  кривыя, соответствующія 12 и 8 тысячамъ град., значительно меньше разнятся одна отъ другой, чѣмъ кривыя для 8 и 4 тыс. град. съ тою же разностью температуръ въ 4 тыс. град.; значитъ, одинаковая ошибочность наблюдений вноситъ болѣе высокую неувѣренность въ опредѣленіе болѣе высокіхъ температуръ.

Необходимо прибавить къ этому, что эффективныя температуры звѣздъ лишь приблизительно представляютъ дѣйствительныя температуры, господствующія на ихъ поверхностяхъ. Звѣзды въ самыя сильныя трубы представляются точками; мы не можемъ поэтому, какъ въ случаѣ Солнца, подмѣтить поглощенія атмосферъ и, хотя бы приблизительно, усчитать вліяніе ихъ на кажущуюся, эффективную температуру; а между тѣмъ несомнѣнно, что у звѣздъ различныхъ спектральныхъ классовъ, и составъ и мощность атмосферъ различны и, значитъ, ихъ поглощеніе свѣта тоже различно. Болѣе того, разнообразныя изслѣдованія въ послѣдніе годы съ несомнѣнностью обнаружили, что лучи свѣта, проходя громадныя разстоянія отъ звѣздъ до Земли, претерпѣваютъ при этомъ поглощеніе, вѣроятно, не одинаковое для разныхъ

лучей спектра. Такимъ образомъ, то распределеніе энергіи въ спектрѣ звѣзды, которое мы наблюдаемъ на Землѣ, зависитъ, не говоря уже о поглощеніи энергіи въ земной атмосферѣ, которое еще можно усчитать, и отъ температуры на поверхности звѣзды, и отъ состава и мощности ея атмосферы, и отъ поглощенія свѣта въ небесномъ пространствѣ, т.-е. отъ разстоянія звѣзды до солнечной системы. Это обстоятельство, конечно, сильно усложняетъ вопросъ. Оно показываетъ, что мы не можемъ безъ какихъ-либо дополнительныхъ гипотезъ, основанныхъ на наблюденияхъ другихъ явленій, усчитать вліяніе cadaго изъ упомянутыхъ факторовъ на распределеніе энергіи въ спектрѣ звѣзды.

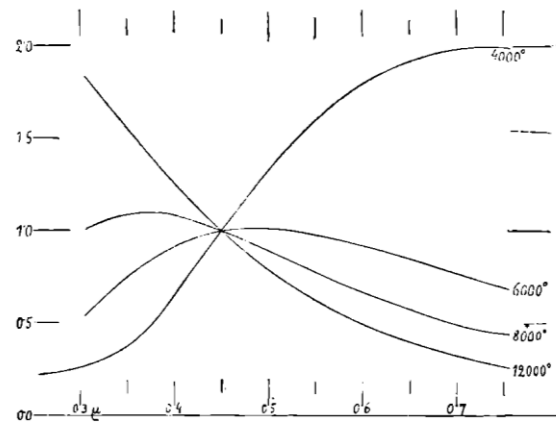


Рис. 3 представляетъ распределеніе лучистой энергіи въ спектрахъ идеальнаго излучателя при температурахъ 4, 6, 8, 12 тысячъ град. и при условіи, что количество лучистой энергіи, соответствующее длинѣ волны въ  $0.45 \mu$ , одинаково для всѣхъ спектровъ; это количество принято за единицу мѣры лучистой энергіи, поэтому на шкалѣ слѣва ему соответствуетъ 1.0; такимъ образомъ, рис. 3 нагляднѣе, чѣмъ рис. 2, показываетъ измѣненіе количества лучистой энергіи въ спектрѣ по обѣ стороны отъ  $\lambda = 0.45 \mu$  при различныхъ температурахъ по сравненію съ энергіей около этой длины волны.

Но оно же даетъ намъ и надежду, что присоединяя къ этимъ изслѣдованіямъ другія, напр., изслѣдованія характера различныхъ линій поглощенія въ спектрахъ звѣздъ какъ въ смыслѣ ихъ напряженности, такъ и въ смыслѣ микроскопически-малыхъ различій ихъ мѣстъ въ спектрахъ звѣздъ различныхъ типовъ, и т. под. изслѣдованія, мы со временемъ окажемся въ состояніи опредѣлять и температуры звѣздъ, и физическое состояніе газовъ въ ихъ атмосферахъ, и характеръ поглощенія свѣта въ небесномъ пространствѣ.