

Д О К Л А Д Ы

АКАДЕМИИ НАУК СССР

НОВАЯ СЕРИЯ

1943

ТОМ XXXVIII

№ 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

1. В „Докладах АН“ помещаются краткие сообщения, содержащие наиболее существенные результаты исследований в области математики, естествознания, техники и гуманитарных наук.

Сообщения эти должны излагать законченные, еще не опубликованные результаты научных исследований, имеющие характер новизны — теоретической, практической или методологической.

Статьи, помещаемые в „Докладах“, не исключают последующей публикации тех же материалов в развернутом виде в других изданиях.

В „Докладах“ не помещаются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений.

В „Докладах“ не помещаются статьи полемического характера без новых фактических данных, статьи чисто описательного характера, т. е. излагающие ход работ без сообщения определенного результата.

2. Статьи направляются через действительных членов Академии Наук СССР или непосредственно в редакцию „Докладов“.

3. Статьи принимаются к напечатанию Редакционной коллегией только на основании отзыва действительных членов Академии Наук СССР по специальности.

4. Действительные члены Академии Наук СССР при направлении статей в „Доклады“ для напечатания должны указывать на статьях дату их получения от авторов, а также раздел, в который статья должна войти.

5. Статьи действительных членов Академии Наук СССР и членов-корреспондентов Академии Наук СССР направляются авторами в редакцию „Докладов“ непосредственно.

6. Сообщения о результатах работ, проведенных в учреждениях, должны обязательно иметь направление учреждения.

Настоящий параграф не распространяется на статьи, поступающие от академиков.

7. Каждая статья печатается в двух отдельных изданиях: русском и иностранном (на одном из языков — французском, английском или немецком, по желанию автора). Желательно, чтобы автор вместе с русским текстом статьи представил также перевод ее на один из указанных иностранных языков или, в крайнем случае, тщательно проверенную иностранную терминологию. *Приложение транскрипции фамилий цитируемых иностранных авторов обязательно.*

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном язы-

ках название научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Авторам статей предлагается присылать свои сообщения в наиболее сжатой форме, совместимой с ясностью изложения. В среднем объем статьи с рисунками не должен превышать четырех страниц.

10. Ввиду срочности издания, как правило, корректуры статей авторам не посылаются.

Примечание. В тех случаях, когда корректура автору посылается, допускается лишь исправление ошибок типографии.

Корректура должна возвращаться в Редакцию не позже следующего дня. Неполучение от автора корректуры не приостанавливает печатания статьи.

11. Автор получает бесплатно по 25 отдельных оттисков своей статьи из русского издания и 25 отдельных оттисков из иностранного издания. Отдельные оттиски высылаются автору только при указании им своего полного адреса в конце присланной в редакцию „Докладов“ статьи.

12. Статьи должны быть напечатаны на машинке с двумя интервалами и представлены в двух вполне отдельных экземплярах без помарок и вставок, на одной стороне листа. Сокращения слов, кроме стандартных, не допускаются.

13. Оба экземпляра должны быть автором тщательно просмотрены, сверены с рукописью и должным образом подготовлены к печати. Статьи должны быть оформлены в отношении расположения материала (заголовки, таблицы, цитируемая литература и т. д.) точно так, как это принято в „Докладах“.

14. Все формулы должны быть вписаны четко и ясно. Особенное внимание следует обращать на аккуратное изображение индексов и показателей степени.

15. Во избежание недоразумений и ошибок следует делать также ясное различие между заглавными и строчными буквами, для чего подчеркивать заглавные буквы снизу двумя черточками (например S). Особенно это касается таких букв, как V и v, S и s, O и o, K и k, U и u и т. п. С этой же целью следует тщательно выписывать такие буквы, как u и п, g и q, I и J, l и e, m и n, V и U и др. Следует также делать различие между O (большим), o (малым) и 0 (нулем), для чего буквы O и o подчеркивать двумя черточками: O и o, а 0 (нуль) оставлять без подчеркивания.

Греческие буквы должны быть подчеркнуты снизу красным карандашом. Готические буквы должны подчеркиваться синим карандашом.

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

акад. А. Е. Арбузов, акад. А. А. Борисьяк, акад. С. И. Вавилов
(зам. отв. редактора), акад. А. М. Деборин, акад. А. Н. Колмо-
горов (зам. отв. редактора), акад. Л. А. Орбели (отв. редактор),
акад. А. А. Рихтер, акад. С. Л. Соболев, акад. А. Е. Ферсман,
акад. А. Н. Фрумкин, акад. В. Г. Хлопин

НОВАЯ СЕРИЯ

11-й год издания

1943

ТОМ XXXVIII, № 7

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

М. Бокштейн. Полная система полей коэффициентов для ∇ -гомологической размерности	Стр. 207
В. В. Немыцкий. Качественное интегрирование системы $\frac{dx}{dt} = Q(x, y); \frac{dy}{dt} = P(x, y)$ в первом приближении	211

АСТРОНОМИЯ

В. Газе. О влиянии поглощения в линиях на определение температуры внутренней короны	215
---	-----

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. Я. Штаерман. Некоторые особые случаи контактной задачи	220
---	-----

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. А. Гринберг. Некоторые теоремы, относящиеся к вычислению потенциалов и зарядов, наводимых на проводниках, внесенных в произвольное внешнее электрическое поле	225
--	-----

ФИЗИКА

В. В. Владимирский. О возможности экспериментального определения коэффициента затухания упругих волн дебаевского спектра по наблюдению тонкой структуры линий рэлеевского рассеяния	229
---	-----

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. К. Прокофьев. Электроды из древесного угля для качественного и количественного спектрального анализа	232
---	-----

ХИМИЯ

А. А. Гринберг и Ю. Л. Михелис. Новый способ получения моногидроксопроизводных четырехвалентной платины	235
И. С. Рассонская и А. Г. Бергман. Диаграмма плавкости тройной системы хлорид-фторид-хромат натрия	238

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

- Б. Токин. Влияние фитонцидов на *Protozoa* 241
А. Коваленок. Механизм действия фитонцидов на *Protozoa* 244

МИКРОБИОЛОГИЯ

- В. Л. Рыжков и А. М. Вовк. О биологической активности ацилпроизводных вируса табачной мозаики 247

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

- Т. С. Скарбилович. К перестройке систематики трематод семейства *Lecthodendriidae* Odhner, 1911 250

Отв. редактор акад. Л. А. Орбели

Подписано в печать 3.IV. 1943 г. 3 печ. л. 4,25 уч.-изд. л. ПФ 12028.
Тираж 1750 экз. Заказ № 0329

Типолиграф, Казань, ул. Миславского, 9

М. БОКШТЕЙН

**ПОЛНАЯ СИСТЕМА ПОЛЕЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ДЛЯ ∇ -ГОМОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

(Представлено академиком А. Н. Колмогоровым 24 VIII 1942)

∇ -гомологической размерностью или просто ∇ -размерностью компакта или бикompакта A по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$, где $\mathfrak{G}$ — аддитивная абелева группа, мы назовем наибольшее целое число q , такое, что найдется замкнутое подмножество $F \subset A$, для которого q -мерная группа ∇ -гомологий $B^q(A - F, \mathfrak{G})$ по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ от $A - F$ нетривиальна (т. е. содержит элемент, отличный от нулевого).

Связь между этим новым понятием ∇ -размерности и обычной гомологической размерностью в смысле П. С. Александрова⁽¹⁾ дается с помощью теории характеров⁽²⁾ — ∇ -размерность по некоторому полю коэффициентов равна, очевидно, обыкновенной размерности по двойственному в смысле Л. С. Понтрягина полю коэффициентов (ибо группы ∇ -гомологий для локально-бикompактного пространства определены, как нетрудно видеть, так, что группы, двойственные к $B^q(A - F, \mathfrak{G})$, изоморфны относительно группам Бетти бикompакта A относительно бикompакта $F \subset A$).

Полученное таким образом новое понятие ∇ -размерности не менее естественно, чем понятие обычной гомологической размерности, и даже обладает перед ним некоторыми преимуществами, ибо здесь размерностью, совпадающей с Урысоновско—Brouwer'овскою, является просто размерность по целочисленному полю коэффициентов, причем эта теорема может быть, в отличие от двойственного случая, доказана непосредственно, не прибегая явно к теории существенных отображений. Главным же преимуществом нового понятия является возможность применения методов, развитых в предыдущей заметке⁽³⁾.

Целью настоящей заметки является показать, что нет необходимости знать ∇ -размерность A по всем возможным полям коэффициентов, но что можно указать счетную систему полей коэффициентов такую, что знание значений ∇ -размерности топологического пространства по этим полям коэффициентов позволяет вычислить его ∇ -размерность по любому полю коэффициентов.

Пользуясь приведенным в конце предыдущей заметки⁽³⁾ критерием эквивалентности нулю ∇ -комплекса и замечая, что нетривиальность $B^q(A - F, \mathfrak{G})$ означает то же, что существование неэквивалентного нулю q -мерного ∇ -комплекса от $A - F$ по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$, доказываем прежде всего следующее предложение:

q -мерная группа ∇ -гомологий $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ пространства $A-F$ по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ непременно нетривиальна в следующих пяти случаях:

1° если $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка и $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$ также содержит элемент бесконечного порядка;

2° если $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка, который с точностью до элементов конечного порядка не делится на простое число p , а $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$ содержит элемент порядка p ;

3° если $\mathfrak{G}$ содержит элемент порядка p , а $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$ содержит элемент бесконечного порядка, который с точностью до элементов конечного порядка не делится на p ;

4° если как $\mathfrak{G}$, так и $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$ содержат элемент конечного порядка, не делящийся на p ;

5° если $\mathfrak{G}$ содержит элемент порядка p , а группа ∇ -гомологий по модулю p $B^q(A-F, \mathfrak{Z}_p)$ содержит элемент, не являющийся "проекцией" π_p^0 ни от какого элемента из целочисленной группы ∇ -гомологий $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$ (здесь $\mathfrak{Z}$ означает аддитивную группу целых чисел, а $\mathfrak{Z}_p$ — группу целых чисел, приведенных по модулю p).

Для примера докажем случай 1°. Пусть g и u суть элементы бесконечного порядка соответственно из $\mathfrak{G}$ и $B^q(A-F, \mathfrak{Z})$. Рассмотрим одночленный ∇ -комплекс gu и покажем, что он не эквивалентен нулю. В самом деле, допустим, что он эквивалентен нулю. Тогда, согласно критерию эквивалентности нулю, найдется такое представление u в виде линейной формы с целочисленными коэффициентами

$$u = \sum \beta_v b_v + \sum \gamma_v c_v,$$

где b_v — элементы конечных порядков, а c_v — элементы бесконечного порядка, что для всех v

$$g\gamma_v = 0.$$

Так как u есть элемент бесконечного порядка, то отсюда следует $\gamma_v = 0$ для всех v , а потому

$$u = \sum \beta_v b_v,$$

т. е. u есть линейная комбинация элементов конечного порядка и, следовательно, сам конечного порядка, что противоречит допущению.

Для остальных случаев доказательство аналогично, но несколько более сложно.

Обратно, если q -мерная группа ∇ -гомологий $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ от $A-F$ по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ нетривиальна, то имеет место какой-нибудь из указанных случаев 1°, 2°, 3°, 4°, 5° (хотя бы для одного какого-нибудь простого числа p).

Для доказательства рассматриваются отдельно все возможные предположения относительно вида неэквивалентного нулю q -мерного ∇ -комплекса, который существует вследствие нетривиальности $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ и который можно, очевидно, предполагать одночленным, т. е. вида $g\underset{m}{u}$ [$g \in \mathfrak{G}$, $\underset{m}{u} \in B^q(A-F, \mathfrak{Z}_m)$, $mg=0$]: 1) $m=0$, g и $\underset{0}{u}$ — элементы конечного порядка; 2) $m=0$, g — элемент конечного порядка, а $\underset{0}{u}$ — элемент бесконечного порядка; 3) $m=0$, g — элемент бесконечного порядка, а $\underset{0}{u}$ — элемент конечного порядка; 4) $m=0$, g и $\underset{0}{u}$ — элементы бесконечного порядка; 5) $m=p^s \neq 0$. Легко доказывается, что при первом предположении имеет место случай 4°, при

втором — либо случай 4° , либо случай 1° , при третьем — либо случай 4° , либо случай 2° , при четвертом — случай 1° , и, наконец, при пятом, если только он не сводится к предыдущим, — случай 5° .

Основной результат формулируется следующим образом: 5

Теорема. Для того, чтобы иметь возможность вычислить ∇ -размерность топологического пространства A по произвольному полю коэффициентов $\mathfrak{G}$, достаточно знать ее по счетной системе γ полей коэффициентов, а именно по следующим абелевым группам: а) по аддитивной группе R рациональных дробей, б) по аддитивным группам R_p рациональных дробей, в знаменатель которых не входит множителем простое число p , с) по циклическим группам C_p p -го порядка (p — простое число), d) по квази-циклическим p -группам Q_p , т. е. приведенным по модулю 1 группам рациональных дробей, знаменатели которых суть степени простого числа p .

Именно, каждому полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ ($\mathfrak{G}$ — аддитивная абелева группа) ставится в соответствие следующая подсистема $\gamma_{\mathfrak{G}}$ вышеприведенной системы γ полей коэффициентов (других групп, кроме указываемых, система $\gamma_{\mathfrak{G}}$ не содержит).

1) Если $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка, то $\gamma_{\mathfrak{G}}$ содержит группу R .

2) Если $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка, с точностью до элементов конечного порядка не делящийся на простое число p , то $\gamma_{\mathfrak{G}}$ содержит группу R_p .

3) Если $\mathfrak{G}$ содержит элемент конечного порядка, не делящийся на простое число p , то $\gamma_{\mathfrak{G}}$ содержит группу C_p .

4) Если $\mathfrak{G}$ содержит элемент простого порядка p , то $\gamma_{\mathfrak{G}}$ содержит группу Q_p .

Тогда ∇ -размерность A по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ есть максимум (или $\sup$ imum) значений ∇ -размерности A по полям коэффициентов, входящим в $\gamma_{\mathfrak{G}}$.

Во-первых, показывается, что ∇ -размерность A по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ не меньше, чем ∇ -размерность A по каждому из полей коэффициентов, входящих в $\gamma_{\mathfrak{G}}$. Пусть, например, $R \in \gamma_{\mathfrak{G}}$. На основании определения $\gamma_{\mathfrak{G}}$ это значит, что $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка. Пусть ∇ -размерность A по полю коэффициентов R есть q , т. е. существует замкнутое подмножество F пространства A такое, что группа $B^q(A-F, R)$ нетривиальна. Тогда, как только что указано, будет иметь место один из случаев $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$ (причем роль $\mathfrak{G}$ играет группа R). Так как группа R не имеет элементов конечного порядка и так как все элементы R делятся на любые p , то имеет место именно случай 1° , т. е. $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ имеет элемент бесконечного порядка. Так как $\mathfrak{G}$ тоже содержит, как мы только что указывали, элемент бесконечного порядка, то имеет место случай 1° (уже для $\mathfrak{G}$), а потому группа $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ нетривиальна, т. е. ∇ -размерность A по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ будет $\geq q$. Аналогичным образом разбираются случаи $R_p \in \gamma_{\mathfrak{G}}, C_p \in \gamma_{\mathfrak{G}}, Q_p \in \gamma_{\mathfrak{G}}$.

Затем доказывается, что, наоборот, если ∇ -размерность A по полю коэффициентов $\mathfrak{G}$ равна q , то хотя бы по одному из полей коэффициентов, входящих в $\gamma_{\mathfrak{G}}$, его ∇ -размерность будет $\geq q$. Действительно, сделанное предположение означает, что найдется замкнутое $F \subset A$, для которого группа $B^q(A-F, \mathfrak{G})$ нетривиальна, а потому

должен иметь место хотя бы один из случаев $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$. Если, например, имеет место случай 1° , то $\mathfrak{G}$ содержит элемент бесконечного порядка, а потому $R \in \gamma_{\mathfrak{G}}$, и так как R тоже имеет элемент бесконечного порядка, то случай 1° будет иметь место и если вместо $\mathfrak{G}$ взять R , так что группа $B^q(A - F, R)$ будет нетривиальна, и ∇ -размерность A по полю коэффициентов R будет $\geq q$. Аналогично поступаем, если имеют место остальные случаи $2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$.

Математический институт им. В. А. Стеклова
Академии Наук СССР

Поступило
24 VIII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ P. Alexandroff, Math. Ann., **106**, 161—238 (1932). ² Л. С. Понтрягин, Непрерывные группы, гл. V., ОНТИ, 1938. ³ М. Бокштейн, ДАН, XXXVII, № 9 (1942).

В. В. НЕМЫЦКИЙ

КАЧЕСТВЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

$$\frac{dx}{dt} = Q(x, y); \quad \frac{dy}{dt} = P(x, y) \quad \text{В ПЕРВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ}$$

(Представлено академиком А. Н. Колмогоровым 8 X 1942)

1. В предыдущей работе⁽¹⁾ был указан счетный процесс качественного интегрирования, который приводит к нахождению всех интегральных кривых заданной системы в данной области. Однако если ближе проанализировать ход этого процесса, то оказывается, что до известной степени точности он дает столь грубую картину, что она может исказить даже основные черты расположения интегральных кривых, а после известного шага мы лишь получаем некоторые количественные уточнения.

Настоящая работа посвящена указанию этого критического шага и выяснению тех особенностей расположения кривых, которые могут быть изучены с помощью построения ε -сети⁽¹⁾, соответствующей этому критическому шагу.

2. Пусть даны две точки A и B , причем расстояние $\rho(A, B) = \alpha$; проведем из точек A и B круги радиуса α . В своем пересечении круги образуют область, которую мы назовем канонической луночкой. В дальнейшем мы рассматриваем так называемые канонические области Γ (см. предыдущую ноту). Если точки A и B принадлежат канонической области и если $\rho(A, B) \leq \frac{1}{\sqrt{3}} \eta_{\pi/12}(\Gamma)^{(2)}$, то каноническая луночка не содержит особых точек и вообще точек, которые исключены из рассмотрения.

Определение 1. Скажем, что интегральная дуга $\widehat{AB}$ определяет „мешок Бендиксона“, если на ней можно найти такую частичную дугу $\widehat{A_1B_1}$, что 1° область G , границей которой является дуга $\widehat{A_1B_1}$ и отрезок $\overrightarrow{A_1B_1}$, будет односвязной; 2° каждая интегральная кривая L , начинающаяся в точках отрезка $\overrightarrow{A_1B_1}$, при дальнейшем продолжении хотя бы в одном направлении входит в G и остается в G , и 3° точки границы G не являются α или ω предельными точками для L ⁽²⁾.

Определение 2. Скажем, что точки A и B , находящиеся на некоторой дуге, лежат в горле ширины α , если 1° $\rho(A, B) = \alpha$; 2° диаметр дуги AB больше, чем α .

Теорема 1. Если точки A и B области Γ лежат в горле ширины меньшей или равной $\eta_{\pi/12}(\Gamma)$, то дуга AB либо определяет мешок Бендиксона, либо замыкается, не выходя из канонической луночки.

Из этой теоремы мы получаем два следствия. Первое — это уже упоминавшаяся теорема 3 предыдущей работы ⁽¹⁾.

Следствие 1. В канонической области Γ не может быть замкнутых кривых индекса меньшего или равного $\frac{1}{\sqrt{3}} \eta_{\pi/12}(\Gamma)$.

Следствие 2. (Обобщение теоремы Пуанкаре). В области, ограниченной интегральной дугой AB , концы которой лежат в горле ширины меньшей или равной $\eta_{\pi/12}(\Gamma)$ и отрезком AB , лежит особая точка.

Определение 3. Некоторое топологическое свойство множества M назовем ε -устойчивым, если вместе с M этим свойством обладает замкнутая сфера радиуса ε , описанная около M .

Вообще, если свойство сохраняется при некотором достаточно малом $\varepsilon > 0$, то его естественно назвать „грубым“.

Теорема 2. Свойство ε -решения индекса α не разбивать плоскость есть грубое свойство: оно $\frac{1}{3} \alpha$ -устойчиво.

Теорема 3. Пусть дана замкнутая интегральная кривая L индекса $\geq \alpha$; тогда сфера $S\left(L, \frac{1}{3}\alpha\right)$ разбивает плоскость на две и только две области.

При доказательстве этого положения используются известные теоремы плоской топологии и, в первую очередь, лемма Лебега, а затем

Теорема. Пусть K_1 и K_2 компакты. Если $K_1 + K_2$ есть H -симплекс, то число компонент $R - (K_1 + K_2)$ равно числу компонент $K_1 K_2$. Пользуясь теоремами 1, 2 и 3 можно описать процесс интегрирования в первом приближении.

Пусть дана каноническая область $\bar{\Gamma}$; строим в ней $\varepsilon = \frac{1}{8\sqrt{3}} \eta_{\pi/42}(\bar{\Gamma})$ сеть на семействе интегральных кривых индекса $\geq \frac{1}{3} \eta_{\pi/12}(\bar{\Gamma})$. Тогда имеет место следующее:

Если в области Γ есть периодические решения, то найдется параломанных Λ_1 и Λ_2 построенной сети, таких, что сумма A сфер радиусов $\leq \frac{1}{8\sqrt{3}} \eta_{\pi/42}$ описанных около них образует кольцо (иногда приходится присоединять к этой сумме некоторые области, заключенные в сферах радиуса $\frac{1}{2\sqrt{3}} \eta_{\pi/12}$, описанных около концов Λ_1 и Λ_2).

Таким образом построенные кольца назовем областями неопределенности.

Каждая замкнутая интегральная кривая погружена в одну и только одну область неопределенности.

Выделим из аппроксимирующих ломанных те, концы которых на-

ходятся на расстоянии $< \frac{1}{\sqrt[3]{3}} \eta_{\pi/12}$ и лежат в горле, и соединим их концы прямолинейным отрезком. Опишем около образовавшейся плоской фигуры сферу радиуса $\frac{1}{8\sqrt[3]{3}} \eta_{\pi/42}$. Полученные области назовем приближенными мешками Бендиксона.

Каждая интегральная дуга индекса $\leq \frac{1}{\sqrt[3]{3}} \eta_{\pi/12}$ обязательно будет находиться в одном из построенных мешков Бендиксона.

Следовательно, если мешков Бендиксона нет, то все интегральные дуги имеют индекс $> \frac{1}{3} \eta_{\pi/12}(\Gamma)$. Далее, либо подобная дуга не-

ограниченно долго находится в одной из областей неопределенности и тогда навивается на замкнутую, либо пересекает границы нескольких друг в друга вложенных мешков Бендиксона. Внутри каждого мешка Бендиксона содержится особая точка.

3. Обратимся теперь к построенной ε -сети как к кривым, отражающим форму интегральных кривых, заключающихся в исследуемой области.

Введем следующие понятия. Пусть дана функция $f(x)$, определенная на отрезке $[ab]$; скажем, что $f(x)$ ε -постоянна на $[ab]$, если из условия $a \leq x_1 < x_2 \leq b$ следует, что $|f(x_1) - f(x_2)| \leq \varepsilon$. Скажем, что $f(x)$ ε -монотонно возрастающая на $[ab]$, если из условия $a \leq x_1 < x_2 \leq b$ следует $f(x_1) \leq f(x_2) + \varepsilon$ и $f(x)$ не является ε -постоянной; аналогично определяется ε -монотонно убывающая функция. Точка $x = x_0$ называется ε -максимумом, если можно найти два числа h_1 и h_2 ; $h_1 < h_2$ таких, что: 1) на отрезке $[x_0 - h_1, x_0 + h_1]$ функция ε -постоянна и 2) на отрезке $[x_0 - h_2, x_0 + h_2]$ $f(x)$ не является ε -постоянной, а для $x_0 - h_2 \leq x \leq x_0 - h_1$ и для $x_0 + h_1 < x \leq x_0 + h_2$ выполнено неравенство $f(x) < f(x_0)$. Аналогично определяются ε -минимумы. При изучении ε -максимумов и ε -минимумов для нас существенно рассматривать не какой-либо отрезок $[x_0 - h_2, x_0 + h_2]$, а максимально длинный, и рассматривать колебание функции на подобном отрезке. Это колебание назовем размахом данного ε -максимума или ε -минимума.

Если мы имеем кривую, заданную уравнениями $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, то все эти понятия можно ввести по отношению к $\varphi(t)$ и $\psi(t)$, т. е. рассматривать x -максимумы (минимумы) и y -максимумы (минимумы). Что же касается отрезков монотонности и постоянства, это будут отрезки монотонности и постоянства для $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ одновременно. Пользуясь этими определениями и свойствами ε -сети, можно высказывать следующие положения.

Поскольку каждая ломанная Λ_i может быть разбита на конечное число участков монотонности, то существует такая интегральная кривая L , для которой отклонение $\alpha(L, \Lambda_i) \leq \eta_{\varepsilon}(\Gamma)$ и которая разбивается на соответственные участки 3ε -монотонности и 3ε -постоянства. Если у кривой Λ_i наблюдается максимум или минимум в точке A с размахом большим или равным 2ε , то у интегральной кривой в точке A' , отстоящей от A меньше, чем на ε , будет ε -максимум и, соответственно, ε -минимум. Обратное, рассмотрим некоторую интегральную дугу индекса $\geq \frac{1}{\sqrt[3]{3}} \eta_{\pi/12}$. Она всегда может быть разбита на конечное число ε -монотонных или ε -постоянных дуг; тогда рассмат-

ривая Δ_i такую, что $\alpha(L, \Delta_i) \leq \eta_\varepsilon(\bar{G})$, мы убеждаемся, что на Δ_i должны существовать участки 3ε -монотонности и 3ε -постоянства. Если L имеет максимумы или минимумы размаха большего, чем 2ε , то Δ_i имеет на расстоянии меньше, чем ε от них ε -максимумы или, соответственно, ε -минимумы.

4. Более точное качественное интегрирование не приведет к установлению существенно новых, т. е. не заключенных в предыдущих, областей неопределенности, содержащих периодические решения. Оно не даст нам новых мешков Бендиксона, а лишь уточнит поведение кривых в областях неопределенности, уточнит поведение интегральных кривых малых индексов, даст возможность более точно судить о максимумах и минимумах в интервалах монотонности и постоянства у интегральных кривых, помещающихся в $\bar{G}$.

Математический институт
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
20 VIII 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. В. Немыцкий, ДАН, XXXVIII, № 2—3 (1943). ² Биркгоф, Динамические системы, гл. VII. М.—Л., 1941.

В. ГАЗЕ

О ВЛИЯНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ В ЛИНИЯХ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕЙ КОРОНЫ

(Представлено академиком Г. А. Шайном 27 X 1942)

Из гипотезы Шварцшильда об электронном происхождении внутренней короны вытекают два следствия, которые могут быть непосредственно проверены наблюдательным путем.

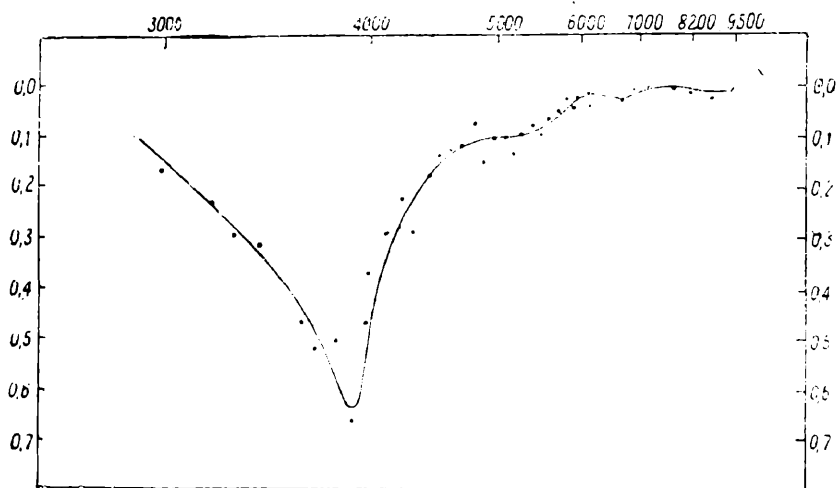
Свободные электроны вблизи солнца должны иметь термическую скорость порядка 350—450 км/сек, и, следовательно, фраунгоферовы линии будут настолько размыты, что они должны почти совершенно или совершенно исчезнуть. Действительно, в спектре внутренней короны фраунгоферовы линии не наблюдаются, и это считается аргументом в пользу гипотезы Шварцшильда. Но это имеет место только в отношении обычных тонких фраунгоферовых линий, ширина которых в солнечном спектре порядка нескольких десятых ангстрема или меньше. Иначе обстоит дело в случае таких сильных и широких линий как *H* и *K*. Г. А. Шайн ⁽¹⁾ и Д. Менцел [D. Menzel ⁽²⁾] независимо нашли из наблюдений затмения 1936 г., что в спектре внутренней короны на расстоянии 2'—4' от края солнца нет и следов линий *H* и *K*. По более детальным вычислениям Г. А. Шайна ⁽³⁾ оказывается, что линии *H* и *K* в спектре внутренней короны должны быть сравнимы по глубине с водородными линиями в звездах типа *A*. Поэтому указанный выше аргумент, собственно, обращается против гипотезы, а не в ее пользу. Или же требуется такое видоизменение гипотезы, при котором речь должна идти не о термических скоростях, а о средних скоростях порядка нескольких тысяч км/сек.

Другое следствие основано на том, что электронное рассеяние, как не зависящее от длины волны, должно дать такое же распределение энергии, какое имеет и спектр солнца. Так как, повидимому, по крайней мере для внутренней короны, наблюдается распределение энергии близкое к солнечному, то этот результат трактуется обычно как второй аргумент в пользу гипотезы Шварцшильда. Однако и в данном случае не все обстоит вполне благополучно.

Обычно спектр короны привязывают к спектру солнца как стандарту, но при этом как-то забывают о влиянии фраунгоферовых линий на результат сравнения. Между тем, из звездной спектрофотометрии известно, что влиянием линий поглощения при определении температуры не всегда можно пренебрегать, особенно при изучении фотографической и ультрафиолетовой части спектра ⁽⁴⁾. Наличие большого числа тесно лежащих линий поглощения производит, оче-

видно, при малой и умеренной дисперсии, когда линии блендируются, заметное понижение непрерывного спектра, которое зависит от числа и интенсивности линий и будет особенно значительным в фиолетовой области спектра. Если бы этот эффект был одинаковым для солнца и для короны, то им можно было бы пренебречь при относительном определении температуры. Однако этот эффект скорее не одинаков и изменяется в зависимости от разнообразных условий.

Вопрос о величине поглощения в линиях в солнечном спектре был подробно изучен Мульдерсом [G. Mulders (*)]. Исходя из оценок интенсивности всех линий в солнечном спектре по Роуланду и измерений полных поглощений отдельных и типичных линий, Мульдерс подсчитал суммарный эффект поглощения, обязанный линиям на каждые 100 Å. В таблице II своей работы он дает величину I_T , выражающую поглощение в линиях в процентах интенсивности непрерывного спектра. Если мы назовем $I_\lambda = 1 - I_T$ усредненную интенсивность для средней длины волны данного участка, искаженную поглощением в линиях, и I_0 — усредненную интенсивность непрерывного спектра в пределах того же участка, принимаемую за единицу, то функция $F(m) = \frac{5}{2} \lg \frac{I_0}{I_\lambda}$ будет характеризовать распределение энергии в непрерывном спектре, когда дисперсия настолько мала, что отдельные фраунгоферовы линии неразличимы. Эта функция, выраженная в звездных величинах, представлена на фиг. 1, которая положена в основание наших рассуждений. При



Фиг. 1. Распределение полного поглощения в линиях вдоль солнечного спектра. Каждая точка в пределах 3 000—6 200 соответствует интервалу в 100 Å.

этом, согласно гипотезе Шварцшильда, мы предполагаем, что линии поглощения в короне не видны, в силу их полной размытости благодаря большим скоростям рассеивающих электронов. Следовательно, непрерывный спектр короны будет искажен независимо от употребляемой дисперсии, и учет линий при проведении фона невозможен. Кривая 1 будет характеризовать распределение энергии в короне при любой дисперсии. Что касается солнечного спектра, служащего стандартом сравнения, то правильность проведения непрерывного

спектра будет зависеть от дисперсии, и, следовательно, значение цветовой температуры короны, определенной таким образом, будет различным в зависимости от инструментальных условий. Разберем подробно случаи различной дисперсии.

1. Большая дисперсия. Линии поглощения, за исключением может быть самых слабых, видны, и, следовательно, непрерывный спектр солнца может быть проведен правильно, тогда как в короне он будет понижен согласно кривой 1. Мы будем рассматривать эффект линий для трех ограниченных участков спектра. В фотографической части спектра (λ 3900—5000) непрерывный спектр короны будет понижен по сравнению с правильно проведенным фоном в спектре сравнения, и, следовательно, цветовая температура короны будет ниже, чем температура солнца; то же будет иметь место, но в значительно меньшей степени, благодаря меньшему числу сильных линий поглощения в визуальной части спектра (λ 5000—6700). В ультрафиолетовой части (λ 3200—3900), наоборот, относительно меньшее понижение для более коротких длин волн создаст иллюзию более высокой температуры короны. Определяя обычным способом температурные градиенты для этих трех участков спектра и принимая температуру солнца равной 6000° , мы получим следующие значения для цветовой температуры короны:

λ	T
3 200—3 900	8 200°
3 900—5 000	4 550
5 000—6 700	5 600,

т. е. цветовая температура короны, определенная по ограниченным участкам спектра, оказывается различной в силу различного распределения по интенсивности и числу линий поглощения в солнечном спектре.

2. Малая дисперсия. В предельном случае, когда дисперсия спектрографа настолько мала, что никаких линий в солнечном спектре не видно, непрерывные спектры солнца и короны будут понижены одинаково, хотя причина этого понижения в обоих случаях различна. В спектре короны это понижение происходит независимо от дисперсии, в спектре солнца понижение вызвано инструментальными условиями. При одинаковом распределении энергии на обеих спектрограммах цветовая температура короны будет оценена в 6000° . Результат будет правилен, если эффективные температуры солнца и короны одинаковы, и правилен в первом приближении, если их эффективные температуры не равны.

3 В случае умеренной дисперсии, когда наиболее сильные линии видны, имеет место лишь частичное понижение фона. Для оценки влияния поглощения в линиях мы условно уменьшим вдвое данные Мюльдерсом значения поглощения в линиях и вычислим аналогичную кривую. Оба спектра — короны и солнца — будут понижены, но эффект поглощения в линиях в спектре короны сказывается полностью, тогда как в спектре солнца он уменьшен; фиолетовая часть в короне будет понижена все же больше, чем в солнце. Аналогичное вычисление градиентов приведет к следующим значениям цветовой температуры короны:

λ	T
3 200—3 900	7 000°
3 900—5 000	5 200
5 000—6 700	5 850.

Этот случай, очевидно, ближе всего к встречающимся на практике. Итак, если исходить из гипотезы Шварцшильда и считать, что линии поглощения в спектре короны размыты вследствие больших скоростей электронов, температура внутренней короны, определенная без учета влияния линий поглощения, оказывается несколько различной для разных участков спектра. На первый взгляд это несовместимо с представлениями о свечении короны благодаря электронному рассеянию и об одинаковом распределении энергии в спектрах короны и солнца.

Можно, правда, при некоторых дополнительных исследованиях учесть понижение в непрерывном спектре солнца для данной дисперсии, но тогда все рассмотренные случаи сведутся к первому, где правильно проведен фон в спектре солнца, тогда как в спектре короны действительное положение фона останется неизвестным и, следовательно, температура — неопределимой.

При определении температуры внутренней короны из фотографических наблюдений с различными фильтрами затруднение, вызываемое поглощением в линиях, на первый взгляд, отсутствует, поскольку изображения солнца и короны будут искажены этим эффектом в одинаковой мере. Но это будет правильно только при условии, что энергия, поглощенная в линиях, переизлучается не вне рассматриваемого участка спектра, что, вероятно, оправдывается. Остается оценить возможный эффект эмиссионных линий в корональном спектре на определение температуры: этот эффект должен быть незначителен ввиду их малой интенсивности при усреднении по рассматриваемому участку спектра. Согласно фотометрическим измерениям Г. А. Шайна⁽³⁾ для затмения 1936 г., она составляет 2% для визуальной и только 0,3% для фотографической части спектра.

На основании наблюдений Людендорфа [H. Ludendorff⁽⁶⁾] и Гротриана [W. Grottrian⁽⁷⁾] затмений 1923 и 1929 гг., считается установленным, что распределение интенсивности в непрерывном спектре короны и солнца совпадает в пределах $\pm 0^m,1$, т. е. в пределах ошибок наблюдений. Однако этот результат нельзя еще рассматривать как подтверждение гипотезы Шварцшильда. В самом деле, совпадение градиентов для короны и солнца не дает однозначного решения, и притом это решение будет различным для различных участков спектра и в зависимости от инструментальных условий.

В следующей схеме мы даем возможное истолкование равенства градиентов для короны и солнца с точки зрения двух возможных предположений: 1) гипотезы Шварцшильда, 2) предположения, что свечение внутренней короны таково, что оно дает только чистый непрерывный спектр с эмиссионными линиями, и линии поглощения отсутствуют по какой-либо физической причине, а не в силу их размытости.

Промежуточный случай средней дисперсии дает при допущении гипотезы Шварцшильда решение качественно одинаковое со случаем большой дисперсии и при допущении полного отсутствия линий в короне — решение качественно одинаковое со случаем малой дисперсии.

Можно поставить обратную задачу: что должны дать спектрофотометрические наблюдения, если гипотеза Шварцшильда правильна? Равенство эффективных температур требует, чтобы при наблюдениях с большой дисперсией наблюдаемый градиент короны был: в ультрафиолетовой части меньше, в фотографической — больше и в визуальной — немного больше солнечного градиента. При малой дисперсии наблюдаемые градиенты должны быть равны.

Область спектра	Гипотеза Шварцшильда	Чисто непрерывный спектр
-----------------	----------------------	--------------------------

Б о л ь ш а я д и с п е р с и я

Ультрафиолетовая	T_e короны ниже, чем $T_{e\odot}$	T_e короны $= T_{e\odot}$
Фотографическая	T_e короны выше, чем $T_{e\odot}$	T_e короны $= T_{e\odot}$
Визуальная	T_e короны немного выше, чем $T_{e\odot}$	T_e короны $= T_{e\odot}$

М а л а я д и с п е р с и я

Ультрафиолетовая	T_e короны $= T_{e\odot}$	T_e короны выше, чем $T_{e\odot}$
Фотографическая	T_e короны $= T_{e\odot}$	T_e короны ниже, чем $T_{e\odot}$
Визуальная	T_e короны $= T_{e\odot}$	T_e короны немного ниже, чем $T_{e\odot}$

Следовательно, подтверждения гипотезы Шварцшильда нужно искать, собственно, не в полном совпадении распределения энергии в спектрах короны и солнца, но в незначительных систематических различиях между обоими спектрами, которые могут быть истолкованы как результат влияния поглощения в линиях. На чертеже Гротриана, дающем сравнение обоих спектров, ультрафиолетовая и фотографическая часть в спектре короны понижены как раз так, как этого требует поглощение в линиях, максимум разности приходится приблизительно на 4000; количественная оценка этой разности невозможна, так как она находится на пределе точности наблюдений, но качественно ее характер согласуется с фиг. 1. Визуальная часть коронального спектра также понижена, но значительно больше, чем может быть приписано поглощению в линиях; возможно, что понижение здесь обусловливается фотографическими свойствами пластинок.

Однако при настоящем положении вещей приходится признать, что гипотеза Шварцшильда об электронном происхождении внутренней короны находится в частичном противоречии как раз с теми наблюдаемыми фактами, которые приводятся для ее оправдания, ибо термические скорости свободных электронов должны, с одной стороны, вызывать заметные искажения в распределении энергии в непрерывном спектре, с другой стороны, они недостаточно велики, чтобы оправдать отсутствие линий поглощения H и K .

В заключение считаю своим долгом выразить благодарность Г. А. Шайну за идею настоящего исследования и разрешение воспользоваться неопубликованными результатами его наблюдений затмения 1936 года.

Астрономическая обсерватория Симеиз — Абастумани

Поступило
25 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. А. Шайн, ДАН XXVIII, 9 (1940). ² D. Menzel, Trans. Intern. Astronom. Union., VI, 437 (1938). ³ Г. А. Шайн, Бюлл. Пулковской обс. (в печати). ⁴ G. Shajn, Monthly Notices of the R. A. S., 94, p. 642 (1934). ⁵ G. F. Mulders, ZS. f. Astrophysik, Bd. II, 132 (1935). ⁶ H. Ludendorff, Sitzungsber. Preuss. Akad. der Wiss., Bd. 5, 83 (1935). ⁷ W. Grotrian, ZS. f. Astrophys., Bd. 3, 199 (1931); Bd. 8, 124 (1934).

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

И. Я. ШТАЕРМАН

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ СЛУЧАИ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ

(Представлено академиком С. Л. Соболевым 3 IX 1942)

Решение контактной задачи, предложенное Герцем, основывается на том предположении, что расстояние $l(x, y)$ между двумя точками соприкасающихся тел, взятое по общей нормали к касательной плоскости, аппроксимируется посредством квадратичной формы второй степени. Нами был уже рассмотрен тот особый случай контактной задачи, в котором вторые производные от функции $l(x, y)$ обращаются в нуль в начале координат⁽¹⁾.

В настоящей статье мы рассматриваем другой специальный случай сжатия упругих тел, в котором первоначальная точка соприкосновения (начало координат) является особой точкой для вторых производных функции $l(x, y)$. При этом мы ограничиваемся рассмотрением случаев осевой симметрии и плоской контактной задачи. При наличии осевой симметрии давление p на поверхности давления и радиус поверхности давления ρ определяются интегральным уравнением

$$(\vartheta_1 + \vartheta_2) \int_0^{2\pi} \int_0^\rho p(r') \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{\sqrt{r^2 - 2rr' \cos \varphi + r'^2}} \right) r' dr' d\varphi = l(r) \quad (r \leq \rho) \quad (1)$$

и условием

$$2\pi \int_0^\rho p(r') r' dr' = P, \quad (2)$$

где $\vartheta_1 = \frac{1 - \sigma_1^2}{\pi E_1}$, $\vartheta_2 = \frac{1 - \sigma_2^2}{\pi E_2}$, E_1 , σ_1 , E_2 , σ_2 — упругие постоянные

сжимаемых тел, P — сжимающая сила. В плоской задаче, если отказаться от предположения, что функция l четная, давление p и размеры поверхности давления определяются интегральным уравнением

$$2(\vartheta_1 + \vartheta_2) \int_{-a}^x p(x') \ln \left| \frac{x - x'}{x'} \right| dx' = l(x) \quad (-a \leq x \leq b) \quad (3)$$

и условием

$$\int_{-a}^b p(x') dx' = P. \quad (4)$$

Начнем с рассмотрения случая, когда вторая производная функции $l(x)$ имеет разрыв в начале координат. Этот случай исключается при наличии осевой симметрии, так что мы ограничимся рассмотрением плоской задачи. Введем обозначения

$$\left(\frac{d^2 l}{dx^2}\right)_{x=+0} = 2A_+, \quad \left(\frac{d^2 l}{dx^2}\right)_{x=-0} = 2A_-. \quad (5)$$

В малом интервале $0 < x \leq b$ аппроксимируем функцию l выражением $A_+ x^2$, в малом интервале $-a \leq x < 0$ выражением $A_- x^2$. Производя в уравнении (3) замену переменных

$$x = \frac{1}{2}(b-a) + \frac{1}{2}(b+a)t,$$

$$x' = \frac{1}{2}(b-a) + \frac{1}{2}(b+a)\tau,$$

приведем уравнение (3) к виду

$$(\vartheta_1 + \vartheta_2)(a+b) \int_{-1}^1 p \ln \left| \frac{t-\tau}{t_0-\tau} \right| d\tau = l \left[\frac{1}{2}(b-a) + \frac{1}{2}(b+a)t \right], \quad (6)$$

где

$$t_0 = \frac{a-b}{a+b}.$$

Если первая производная функции l непрерывна в интервале $(-a, b)$ и уравнение (6) имеет ограниченное решение, то это решение можно получить по формуле

$$p = \frac{\sqrt{1-t^2}}{2\pi^2(\vartheta_1 + \vartheta_2)} \int_{-1}^1 \frac{l' \left[\frac{1}{2}(b-a) + \frac{1}{2}(b+a)\tau \right] d\tau}{(\tau-t)\sqrt{1-\tau^2}}. \quad (7)$$

Производя вычисления в рассматриваемом случае и полагая $t = \cos \varphi$, $t_0 = \cos \varphi_0$, найдем:

$$p = \frac{a+b}{2\pi^2(\vartheta_1 + \vartheta_2)} \left\{ \sin \varphi [A_+ \varphi_0 + A_- (\pi - \varphi_0)] + \right. \\ \left. + (A_+ - A_-) (\cos \varphi - \cos \varphi_0) \ln \left| \frac{\sin \frac{\varphi + \varphi_0}{2}}{\sin \frac{\varphi - \varphi_0}{2}} \right| \right\}. \quad (8)$$

Для того, чтобы найденное выражение являлось решением уравнения (6), необходимо и достаточно, чтобы выполнялось условие:

$$\int_{-a}^b \frac{p(x') dx'}{x'} = 0, \quad (9)$$

которое приводит к следующему уравнению для определения угла φ_0 :

$$\operatorname{tg} \varphi_0 - \varphi_0 = \frac{\pi}{\frac{A_+}{A_-} - 1}. \quad (9a)$$

Подставляя (8) в (4), найдем ширину поверхности давления $a + b$:

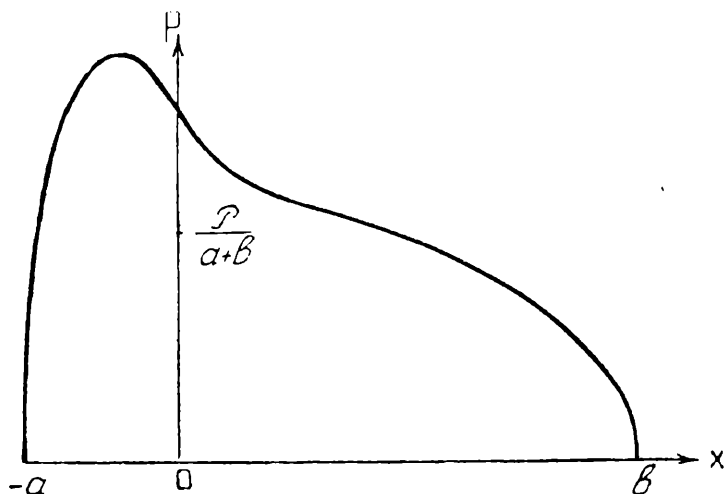
$$a + b = \frac{2}{\sin \varphi_0} \sqrt{\frac{2 \pi P (\vartheta_1 + \vartheta_2)}{(A_+ - A_-) \operatorname{tg} \varphi_0}}. \quad (10)$$

Найденное нами давление будет приводиться к силе P и моменту

$$M = \int_{-a}^b p(x') x' dx' = \frac{1}{3} (b - a) P. \quad (11)$$

Таким образом, для того чтобы в рассматриваемом случае сжатия тела могли находиться в равновесии, необходимо, чтобы равнодействующая сжимающих сил была смещена относительно точки первоначального касания тел и пересекала ось x в точке $x = \frac{b - a}{3}$.

На фиг. 1 показано распределение давления по поверхности давления для случая $\varphi_0 = 120^\circ$.



Фиг. 1

Полученное нами решение задачи основано на обычном предположении, что относительное перемещение тел при сжатии сводится к поступательному. В этом случае связь, препятствующая относительному повороту тел при сжатии, принимает на себя момент M , определенный формулой (11). Если же при сжатии возможен относительный поворот тел, давление p , размеры поверхности давления и угол относительного поворота ω определяются интегральным уравнением:

$$2(\vartheta_1 + \vartheta_2) \int_{-a}^b p(x') \ln \left| \frac{x - x'}{x'} \right| dx' = l(x) - \omega x \quad (-x \leq x \leq b) \quad (12)$$

и условиями

$$\int_{-a}^b p(x') dx' = P, \quad \int_{-a}^b p(x') x' dx' = 0 \quad (13)$$

(угол ω мы считаем положительным, если при повороте происходит сближение со стороны положительной полуоси x). В рассматриваемом случае давление p попрежнему определяется формулой (8). Второе из условий (13) приводит к следующему уравнению для угла φ_0 :

$$\operatorname{tg} \varphi_0 + \sin 2\varphi_0 - 3\varphi_0 = \frac{3\pi}{\frac{A_+}{A_-} - 1}. \quad (14)$$

Пользуясь первым из условий (13), находим ширину поверхности давления:

$$a + b = \frac{2}{\sin \varphi_0} \sqrt{\frac{3\pi P(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{(A_+ - A_-) \operatorname{tg} \varphi_0}}. \quad (15)$$

Дифференцируя (12) по x и полагая $x=0$, находим ω :

$$\omega = 2(\vartheta_1 + \vartheta_2) \int_{-a}^b \frac{p(x') dx'}{x'} = \frac{16 P(\vartheta_1 + \vartheta_2)}{a + b} \cos \varphi_0. \quad (16)$$

Перейдем теперь к случаю, когда вторая производная функции l обращается в бесконечность в начале координат. В общем случае, хотя решение задачи и приводится к квадратурам, вычисления оказываются весьма сложными. Нами подробно рассмотрен случай, когда функция l может быть аппроксимирована в пределах поверхности

давления выражением $Ar^{\frac{3}{2}}$ для осевой симметрии и выражением $A|x|^{\frac{3}{2}}$ в плоской задаче. Эти задачи решаются в эллиптических интегралах. Рассмотрим сперва случай осевой симметрии. Решение уравнения (1) может быть представлено в виде:

$$p(r) = \frac{1}{\pi^2(\vartheta_1 + \vartheta_2)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} V \overline{\rho^2 - r^2} \sin \alpha \int_0^{\Delta l} (V r^2 \sin \alpha + y^2) dy, \quad (17)$$

где

$$\Delta l(r) = \frac{1}{r} \frac{dl(r)}{dr} + \frac{d^2 l(r)}{dr^2}.$$

Полагая в (17):

$$l(r) = Ar^{\frac{3}{2}}$$

и произведя вычисления, найдем:

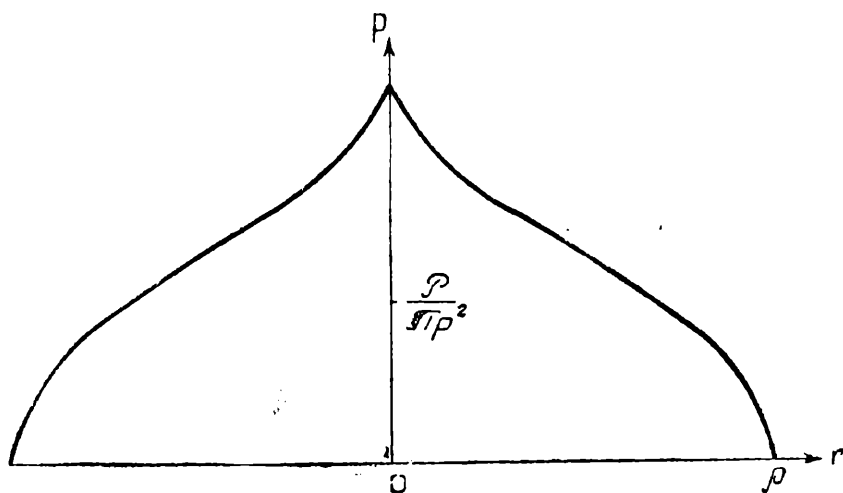
$$p = 2,5 \frac{P}{\pi \rho^2} \left\{ \sin \varphi \sqrt{1 + \cos^2 \varphi} + \frac{V \sqrt{2}}{2} \cos[F(\varphi) - 2E(\varphi)] \right\}, \quad (18)$$

где

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{r}{\rho}}, F(\varphi) = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi}}, E(\varphi) = \int_0^{\varphi} \sqrt{1 - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi} d\varphi.$$

Подставляя (18) в (2), найдем радиус поверхности давления ρ :

$$\rho = \left[\frac{10 V \sqrt{2} \pi (\vartheta_1 + \vartheta_2) P}{9 A (2E - K)} \right]^{\frac{2}{5}}. \quad (19)$$



Фиг. 2

На фиг. 2 показано распределение давления по поверхности давления для рассматриваемого случая. В плоской задаче, если $l = A |x|^{\frac{3}{2}}$,

$$p = 1,5 \frac{P}{\pi a} \left\{ \sin \varphi \sqrt{1 + \cos^2 \varphi} + \frac{V \sqrt{2}}{2} \cos \varphi [F(\varphi) - 2 E(\varphi)] \right\}, \quad (20)$$

где

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{|x|}{a}}.$$

Полуширина поверхности давления определяется уравнением

$$a = \left[\frac{V \sqrt{2} \pi (\vartheta_1 + \vartheta_2) P}{2 A K} \right]^{\frac{2}{3}}.$$

Распределение давления по поверхности давления, как видно из формул (18) и (20), в плоской задаче и при наличии осевой симметрии имеет совершенно одинаковый характер.

Поступило 3 IX 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. Я. Штаерман, ДАН, XXV, № 5 (1939); XXIX, № 3 (1940); XXXI, № 8 (1941).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. А. ГРИНБЕРГ

**НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕМЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ВЫЧИСЛЕНИЮ
ПОТЕНЦИАЛОВ И ЗАРЯДОВ, НАВОДИМЫХ НА ПРОВОДНИКАХ,
ВНЕСЕННЫХ В ПРОИЗВОЛЬНОЕ ВНЕШНЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
ПОЛЕ**

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 14 IX 1942)

Следующие теоремы могут представиться полезными при вычислении потенциалов, наводимых на проводниках, внесенных во внешнее электрическое поле.

Теорема 1. Потенциал V , наводимый на изолированном проводнике, внесенном во внешнее электрическое поле, может быть найден при помощи одной квадратуры, если известно распределение поверхностной плотности σ^0 на этом проводнике при отсутствии внешнего поля.

Обозначим через φ_e потенциал заданного внешнего поля, а через φ^0 — потенциал поля, соответствующего свободному распределению σ^0 .

Пусть A и B будут две точки на поверхности (f) данного проводника и пусть $\sigma = \sigma(A)$ обозначает истинную поверхностную плотность в точке A в присутствии внешнего поля. Тогда имеет место соотношение

$$\int_{(f)} \frac{\sigma(A) df_A}{r_{AB}} + \varphi_e = V = \text{const}, \quad (1)$$

где df_A обозначает элемент поверхности в точке A , а r_{AB} — расстояние от A до B .

Умножая (1) на $\sigma^0(B) df_B$, интегрируя по поверхности $f_B = f$ проводника и меняя порядок интегрирования в двойном интеграле, получаем

$$\int_{(f)} \sigma^0(B) df_B \int_{(f)} \frac{\sigma(A) df_A}{r_{AB}} = \int_{(f)} \sigma(A) df_A \int_{(f)} \frac{\sigma^0(B) df_B}{r_{AB}} = \int_{(f)} \varphi^0(A) \sigma(A) df_A = \varphi^0 e,$$

где $\varphi^0(A) = \varphi^0$ обозначает постоянный потенциал на поверхности проводника, происходящий от поверхностного распределения σ^0 , а

$e = \int_{(f)} \sigma(A) df_A$ обозначает полный заряд проводника в присутствии

заданного внешнего поля. Выбирая σ^0 таким образом, чтобы было $\varphi^0 = 1$, получаем:

$$e + \int_{(f)} \varphi_e \sigma^0(B) df_B = V \int_{(f)} \sigma^0(B) df_B = VC^0,$$

где $C^0 = \int_{(f)} \sigma^0(B) df_B$ обозначает емкость данного проводника при отсутствии в пространстве других проводников.

Отбрасывая ненужный индекс (B) , получаем отсюда:

$$V = \frac{1}{C^0} \left(e + \int_{(f)} \sigma^0 \varphi_e df \right), \quad (2)$$

что и требовалось доказать.

Следствие 1. Если проводник не заряжен, то уравнение (2) упрощается и дает:

$$V = \frac{1}{C^0} \int_{(f)} \sigma^0 \varphi_e df. \quad (3)$$

Следствие 2. Если проводник заземлен, т. е. если $V = 0$, то для величины наведенного на нем заряда e получаем:

$$e = - \int_{(f)} \sigma^0 \varphi_e df. \quad (4)$$

Пример 1. Рассмотрим сферический проводник радиуса R . Тогда $\sigma^0 = C^0/4\pi R^2$, и (3) дает:

$$V = \frac{1}{4\pi R^2} \int_{(f)} \varphi_e df = \bar{\varphi}_e, \quad (5)$$

где $\bar{\varphi}_e$ обозначает среднее значение потенциала заданного внешнего поля по поверхности данного проводника.

Пример 2. Пусть проводник имеет форму длинного тонкого прямого провода, который мы будем трактовать как весьма вытянутый эллипсоид вращения с большой осью равной приблизительно длине $2l$ провода. Свободное распределение заряда по такому эллипсоиду при отсутствии внешнего поля дает такое внешнее поле, как если бы весь находящийся на эллипсоиде заряд был распределен с равномерной линейной плотностью по прямой линии, соединяющей фокусы эллипсоида. Формула (3) дает поэтому приближенно:

$$V = \frac{1}{C^0} \int_{(f)} \sigma^0 \varphi_e df \cong \frac{1}{C^0} q^0 \int_{(s)} \varphi_e ds, \quad (6)$$

причем интегрирование в последнем интеграле производится по прямой, соединяющей фокусы эллипсоида, и где $q^0 \cong C^0/2l$ обозначает заряд, приходящийся на единицу длины этого отрезка (предполагается, что потенциал внешнего поля меняется достаточно медленно по поперечному сечению провода).

Вводя значение φ^0 в (6) получим:

$$V \cong \frac{1}{2l} \int_{(s)} \varphi_e ds = \bar{\varphi}_e, \quad (7)$$

т. е. потенциал, наводимый на проводе, внесенном в произвольное внешнее поле, приближенно равен среднему значению потенциала этого внешнего поля по длине провода.

Пример 3. Внешнее поле происходит от единичного точечного заряда, находящегося в некоторой точке P . Тогда $\varphi_e = \frac{1}{r}$, где r обозначает расстояние от P . Уравнение (3) дает:

$$V = \frac{1}{C^0} \int_{(f)} \frac{\sigma^0 df}{r}. \quad (8)$$

Это уравнение выражает хорошо известный закон, согласно которому потенциал, наводимый на незаряженном проводнике единичным зарядом в точке P , равен потенциалу, создаваемому в той же точке единичным зарядом, сообщенным этому проводнику.

Теорема 2. Если система, состоящая из n проводников, находится в заданном внешнем поле, то потенциал, наводимый на каком-либо из проводников системы, может быть найден с помощью квадратур, если известно распределение поверхностной плотности зарядов на проводниках системы при условии, что на рассматриваемом проводнике находится заряд, равный единице, все остальные проводники системы не заряжены и внешнее поле отсутствует (эта теорема является очевидным обобщением теоремы 1).

Чтобы доказать высказанное утверждение, будем исходить из Гриновской теоремы взаимности, которая в форме, пригодной для наших целей, может быть сформулирована следующим образом: пусть имеются два различные распределения σ и σ' поверхностной плотности заряда на элементах поверхностей (f_i) проводников, входящих в систему, причем эти распределения зарядов вызывают соответственно потенциалы φ и φ' в точках поверхностей этих проводников. Тогда, очевидно,

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=n} \int_{(f_i)} \sigma_i \varphi'_i df_i &= \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_k)} \sigma'_k \varphi_k df_k = \\ &= \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_i)} \int_{(f_k)} \frac{\sigma_i \sigma'_k df_i df_k}{r_{ik}}, \end{aligned} \quad (9)$$

где индексы i, k относятся к соответственным проводникам и суммирование распространяется на все проводники системы.

Рассмотрим теперь следующие два распределения заряда:

1. Система внесена в заданное внешнее поле с потенциалом φ_e , причем потенциалы (постоянные!) проводников равны V_k , их заряды — e_k , а поверхностная плотность на k ом проводнике равна σ_k .

2. Внешнее поле отсутствует. На первом (произвольно выбранном) проводнике находится единичный заряд, тогда как остальные

проводники не заряжены. Соответствующие поверхностные плотности назовем σ_i' .

Замечая, что в первом случае имеет место соотношение $\varphi_k + (\varphi_e)_k = V_k$, где $(\varphi_e)_k$ — это значение φ_e в точке поверхности k -го проводника, и что во втором случае φ_i' постоянно по всей поверхности i -го проводника и равно потенциальному коэффициенту $p_{i1} = p_{1i}$, получаем из формулы (9):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=n} \varphi_i' \int_{(f_i)} \sigma_i df_i &= \sum_{i=1}^{i=n} e_i p_{1i} = \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_k)} \sigma_k' [V_k - (\varphi_e)_k] df_k = \\ &= V_1 - \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_k)} \sigma_k' (\varphi_e)_k df_k, \end{aligned}$$

то есть

$$V_1 = \sum_{i=1}^{i=n} p_{1i} e_i + \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_k)} \sigma_k' (\varphi_e)_k df_k, \quad (10)$$

что и доказывает наше утверждение. Легко видеть, что при $n=1$ (10) совпадает с формулой (2).

В случае, если даны не заряды проводников, а их потенциалы, достаточно выбрать за σ' такую плотность σ'' , которая соответствует значениям $\varphi'_1=1$, $\varphi'_i=0$ при $i>1$ потенциалов проводников при отсутствии внешнего поля. (9) дает в этом случае:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \int_{(f_i)} \sigma_i \varphi'_i df_i = \int_{(f_1)} \sigma_1 df_1 = e_1 = \sum_{k=1}^{k=n} \int_{(f_k)} \sigma_k'' [V_k - (\varphi_e)_k] df_k,$$

так что

$$e_1 = \sum_{(k)} V_k q_{1k} - \sum_{(k)} \int_{(f_k)} \sigma_k'' (\varphi_e)_k df_k, \quad (11)$$

причем e_1 обозначает заряд на первом проводнике, когда он находится во внешнем поле, а q_{1k} — это индукционные коэффициенты первого проводника.

ФИЗИКА

В. В. ВЛАДИМИРСКИЙ

**О ВОЗМОЖНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ УПРУГИХ ВОЛН ДЕБАЕВСКОГО
СПЕКТРА ПО НАБЛЮДЕНИЮ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИНИЙ
РЭЛЕЕВСКОГО РАССЕЯНИЯ**

(Представлено академиком Л. И. Мандельштамом 25 VIII 1942)

Интенсивность рэлеевской части рассеянного света в кристалле пропорциональна интенсивности дебаевских колебаний. В неравномерно нагретом теле интенсивность низкочастотных дебаевских колебаний не будет следовать за изменением температуры от точки к точке. В 1934 г. Л. И. Мандельштам⁽¹⁾ указал на связанную с этим аномалию интенсивности рассеянного света. Распределение интенсивности по объему тела должно тем больше отличаться от распределения температуры, чем меньше затухание $\frac{1}{l}$ (l — свободный пробег) тех акустических волн, которые существенны для рассеяния данной частоты. Под температурой в каком-либо месте кристалла здесь следует понимать температуру, соответствующую интенсивности коротковолновых (предельных) колебаний. Теоретическое исследование этой аномалии⁽²⁾ показало, что эффект может быть замечен только на расстояниях порядка l от края тела, если градиент температуры остается постоянным по всему объему. В средних частях кристалла интенсивность рассеянного света имеет нормальное значение, пропорциональное температуре в данном месте. Экспериментально это явление было исследовано Ландсбергом и Шубиным⁽³⁾ на кристалле кварца. В пределах точности эксперимента распределение интенсивности не отличалось в этих опытах от нормального. Отсюда была получена оценка

$$\frac{1}{l} > 0,75 \text{ см}^{-1} \quad (1)$$

для коэффициента поглощения упругих волн с частотой порядка $2 \cdot 10^{10} \text{ сек}^{-1}$. С другой стороны, возможность наблюдения тонкой структуры рэлеевской линии в кварце свидетельствует о том, что свободный пробег дебаевских волн, ответственных за рассеяние света, должен быть значительно больше длины этих волн. Это дает оценку

$$\frac{1}{l} < 10^4 \text{ см}^{-1}. \quad (2)$$

Теоретическое исследование затухания звука в диэлектриках (4, 5) показало, что порядок величины коэффициента абсорбции можно получить, учитывая только затухание вследствие теплопроводности.

Это приводит к значениям $\frac{1}{l}$ порядка нескольких см^{-1} (для кварца), что не противоречит экспериментальным оценкам (1), (2).

При наличии в кристалле градиента температуры интенсивность дебаевских колебаний имеет неравновесное распределение по направлениям. Интенсивность волн, распространяющихся в направлении теплового потока, больше, чем интенсивность волн, распространяющихся в обратном направлении. Из расчетов Леонтовича (2) нетрудно получить отношение разности интенсивностей I^+ и I^- волн, распространяющихся в направлениях $\mathbf{q}$ и $-\mathbf{q}$ ($\mathbf{q}$ — единичный вектор), к средней интенсивности I вдали от краев кристалла *

$$\frac{I^+ - I^-}{I} = \frac{lq\Delta T}{T}. \quad (3)$$

Интенсивность этих волн можно измерить отдельно, если исследовать тонкую структуру линии рэлеевского рассеяния. Действительно, пусть $\mathbf{q}$ направлено вдоль разности волновых векторов рассеянного и падающего света $\mathbf{q} = (\mathbf{k} - \mathbf{k}_0)/|\mathbf{k} - \mathbf{k}_0|$. В этом случае свет, рассеянный на волне, которая распространяется вдоль $\mathbf{q}$, будет иметь частоту на $V|\mathbf{k} - \mathbf{k}_0|$ большую, чем падающий свет: он образует так называемый фиолетовый спутник рэлеевской линии (V — скорость звука). Волна, распространяющаяся вдоль $-\mathbf{q}$, даст симметрично-расположенный красный спутник. Интенсивность фиолетового спутника пропорциональна I^+ , интенсивность красного — пропорциональна I^- . Таким образом, если в неравномерно нагретом теле падение температуры на протяжении длины свободного пробега дебаевских волн, существенных для рассеяния света, составляет заметную величину, то интенсивности красных и фиолетовых спутников будут различны. Интересно отметить, что неравенство интенсивностей красных и фиолетовых спутников не является краевым эффектом: напротив, в слое толщиной l вблизи границы кристалла $I^+ - I^-$ должно быть несколько меньше, чем в середине кристалла благодаря отражению упругих волн от границы. Возможность вести наблюдения вдали от краев кристалла является существенным преимуществом методики. Вторым, не менее важным, преимуществом является возможность раздельного наблюдения акустических волн разной поляризации, так как отсутствие потерь на теплопроводность для поперечных упругих волн дает основания предполагать, что их свободный пробег несколько больше, чем свободный пробег продольных волн. Измерение интенсивности отдельных компонент тонкой структуры не может быть осуществлено с такой же точностью, как измерение суммарной интенсивности. Однако ожидаемые раз-

* В наших обозначениях $\frac{1}{l}$ — коэффициент затухания амплитуды звука. В формулах Леонтовича $a = \frac{2}{l}$ — коэффициент затухания интенсивности (2). Формула (3) получается из формул (11) и (12) цитированной статьи Леонтовича, если положить в них расстояния рассматриваемой точки от краев кристалла равными бесконечности.

ности интенсивностей $I^+ - I^-$ значительно больше аномалий в распределении средней интенсивности I . Можно, поэтому, надеяться что исследование тонкой структуры в неравномерно нагретом теле окажется более чувствительной методикой, чем исследование краевых аномалий суммарной интенсивности, и работая в этом направлении, удастся не только получить новую нижнюю оценку коэффициента затухания, но и измерить эту величину.

Квантовые эффекты при рассеянии света могут привести к некоторому преимуществу интенсивности красных сателлитов по сравнению с фиолетовыми. Однако различие интенсивности, связанное с квантовым вырождением дебаевских фононов с частотой порядка $2 \cdot 10^{10} \text{ сек}^{-1}$, при комнатной температуре должно быть совершенно незначительным, так как отношение $\frac{h\nu}{kT}$ не превышает в этих условиях $4 \cdot 10^{-3}$. Кроме того, квантовый эффект не зависит от направления потока тепла и может быть легко исключен экспериментально.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии Наук СССР

Поступило
24 VI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. И. Мандельштам, ДАН, II, стр. 219 (1934). ² М. А. Леонтович ЖЭТФ, 9, 1314 (1939). ³ Г. С. Ландсберг и А. А. Шубин, ЖЭТФ, 9, 1309 (1939). ⁴ А. О. Ахиезер, ЖЭТФ, 8, 1318 (1938). ⁵ И. Я. Померанчук, ЖЭТФ, 11, 455 (1941).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. К. ПРОКОФЬЕВ

**ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО
И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА***(Представлено академиком С. И. Вавиловым 20 X 1942)*

Приготовление достаточно чистых угольных электродов для спектрального анализа представляет значительные трудности. Этим объясняется тот факт, что время от времени в литературе появляются различные рецепты для получения чистых угольных электродов. Наиболее чистыми являются электроды, полученные прокаливанием при высокой температуре (свыше 2500°C) обычных углей для вольтовой дуги. Русанов⁽¹⁾ описал простой прием прокалки на воздухе электрическим током большой плотности. Оуэнс [Owens⁽²⁾] применяет подобную прокалку в вакууме. В американской литературе⁽³⁾ описаны приемы химической очистки угольных электродов. Однако все эти способы или требуют наличия возможности использования больших токов, или очень сложны (химические) и длительны. Поэтому понятны предложения по своеобразным заменителям чистых угольных электродов. Так, Ермин и Дмитриев предложили метод приготовления угольных электродов из сахара и крахмала⁽³⁾. Эти электроды достаточно чисты, но не прочны и в большом количестве их готовить и использовать затруднительно. Сжигание порошков в дуге с медными электродами для качественного анализа дает удовлетворительные результаты, но для количественного анализа не обеспечивает достаточного постоянства условий выгорания порошка из углубления металлического электрода, а поэтому не дает нужной точности.

В своей работе мы встретились с необходимостью создания таких угольных электродов, которые не содержали бы тяжелых металлов, были бы достаточно прочны и изготавливались бы из легко доступных материалов. Наш выбор пал на древесный уголь. Первые опыты показали, что древесный уголь, полученный сжиганием дерева на воздухе, очень хрупок и не проводит ток даже для конденсированной электрической искры. Покупной уголь, получаемый при сухой перегонке дерева, обладает достаточной прочностью, но также не проводит ток.

Несмотря на это было решено продолжать опыты по получению угля путем сухой перегонки дерева, исходя из того, главным образом, что обжигу можно подвергнуть заготовку, уже специально подготовленную в виде цилиндрической палочки. Такие заготовки диаметром 15 мм и длиной 100—150 мм изготавливаются на токарном станке. В последующем мы перешли к распиловке бруска на распиловочном станке на брусочки восьмигранного сечения длиной 500 мм; эти брусочки затем резались на части по 150 мм длиной каждая.

В качестве древесных пород были испытаны: сосна, дуб, береза, липа, можжевельник.

Нарезанные заготовки помещались в трубчатую печь, нагреваемую электрическим током. При сухой перегонке дерева при 350°C и выше уже получается достаточно плотный уголь. Первоначально температура печи держалась в интервале $350—500^{\circ}\text{C}$. Угольные палочки получались довольно плотные, выдерживали осторожное сверление, но не проводили ток. Конденсированная электрическая искра в некоторых случаях горела, но было видно, что проводимость обеспечивалась не всей массой электрода, а только по определенным участкам весьма неправильной формы. Ток низкого напряжения ($110—220$ вольт) совершенно не проходил.

До некоторой степени случайно был проведен опыт обжига древесных заготовок при более высокой температуре (около 800°C). Этот опыт оказался удачным, угольные электроды прекрасно проводили ток и позволяли зажигать дугу от постоянного или переменного тока напряжением 110 вольт. Повидимому, при более низких температурах в угле оставались какие-то смолистые вещества, которые и не давали проводимости тока. В последующем весь процесс обжига проводился при температурах около 800°C и выше. Необходимо соблюдать некоторые предосторожности. Печь с древесными заготовками надо разогревать от низкой температуры, так как помещение заготовки в зону высокой температуры приводит к разрыву заготовки и угля на части вследствие интенсивного выделения паров воды и летучих погонов; нельзя вынимать раскаленный уголь из печи на воздух, так как он начинает сильно гореть. Продолжительность выдерживания при высокой температуре — около 2 часов. Следует отметить, что при этом происходит значительное сокращение размеров по диаметру (почти вдвое) и по длине. Иногда полученные угольные палочки искривляются.

Из испытанных древесных пород наиболее плотные электроды дает липа и береза, дуб дает электроды с продольными порами, сосна — недостаточно плотный уголь. Можжевельник дает довольно плотный уголь, однако ввиду трудностей изготовления заготовок (дерево очень искривлено) и очень интенсивного полосатого спектра (полосы циана) в свечении дуги между угольными электродами из этого дерева в дальнейшем эту породу дерева не применяли.

Древесные породы при сжигании дают до $0,5\%$ золы. Состав этой золы весьма разнообразен [отметим, например, что в золе некоторых растений обнаружены в ничтожных количествах редкие земли ⁽³⁾]. Однако для нас важно абсолютное содержание этих примесей, и именно тех примесей, которые могут быть обнаружены в спектре дуги, горящей между подобными угольными электродами. Изучение этих спектров было сделано в ультрафиолетовой области спектра (спектрограф 13×18 ГОИ) и в видимой (большой спектрограф Хильгра со стеклянной оптикой, фиолетовая часть спектра). Установлено, что спектр дуги между угольными электродами различных древесных пород дает интенсивные линии Mg и Ca, из других элементов присутствуют Na и K, обнаружены Sr и Ba и незначительные следы Al, Cu, Fe, Cr. Последние элементы обнаруживаются лишь по самым последним линиям сравнительно небольшой интенсивности. В остальной части спектр очень чист, особенно его ультрафиолетовый конец.

Наличие незначительных количеств Cu, Fe и Cr, казалось бы, ограничивает возможности применения таких электродов для целей качественного и количественного спектрального анализа. Однако опа-

сения оказались необоснованными. С подобными электродами из березы нам удалось проводить количественный спектральный анализ Fe и Cr в чистых кварцевых песках (тысячные доли процента) и глинах (сотые доли процента). Это объясняется, повидимому, следующим. Обычные угли представляют собой механическую смесь различных компонент, и с точки зрения спектрального анализа эта смесь сильно неоднородна по своему составу. При очистке этих электродов током или другими средствами зернистость строения остается. Так как различные зерна освобождаются от примесей в различной степени, то и очищенный угольный электрод будет обнаруживать различное распределение этих примесей, что будет искажать результат количественного анализа, проведенного с такими электродами. В древесных электродах примеси распределяются равномерно вдоль волокон дерева, поэтому можно ожидать, что угольные электроды, сделанные из одной длинной палочки (выколотой по волокнам), будут содержать одно и то же количество примеси, а это не будет влиять на точность анализа*.

Следует отметить некоторые особенности горения дуги с такими электродами. Как и в дуге с обычными угольными электродами, здесь образуется очень ярко светящийся кратер. Оба электрода сильно разогреваются, и после прекращения горения дуги концы электродов остаются раскаленными, тлеют, обгорают за счет кислорода воздуха и покрываются слоем золы. Во время горения дуги концы электродов заостряются как результат быстрого горения с кислородом воздуха. Температура электрода вдоль кратера, поэтому, не такая высокая, как в обычных угольных электродах. Однако эта температура вполне достаточна, чтобы вызывать испарение кварца, заложенного в виде мелкого порошка в канал такого электрода; полное сжигание кварца не происходит, так как стенки электрода сгорают быстрее, чем испаряется кварц.

Выводы

1. Разработан метод получения угольных электродов из деревянных палочек.
2. Подобные электроды содержат значительные количества Mg, Ca, Sr, Ba, Na и K и незначительные следы Al, Cu, Fe и Cr.
3. Распределение примесей вдоль электрода равномерное.

Лаборатория спектрального
анализа Государственного
оптического института

Поступило
20 X 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Russanow, ZS. f. anorg. u. allgem. Chemie, 219, 332 (1934); А. Русанов и В. М. Кострикин, Зав. лаб., 9, 1040 (1940). ² J. S. Owens, Metals and Alloys, 9, 15 (1938). ³ A. Stand, A. Ruchle, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., 10, 59 (1938). ⁴ В. Н. Ермин и Б. Г. Дмитриев, Зав. лаб., 9, 115 (1940). ⁵ Journ. of the Frankl. Inst. 226, 659 (1938).

* В исследованиях этих углей и в применении их к количественному спектральному анализу принимали участие ст. научный сотрудник Храмова и лаборант Прокофьева.

А. А. ГРИНБЕРГ и Ю. Л. МИХЕЛИС

НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОГИДРОКСО-ПРОИЗВОДНЫХ ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТНОЙ ПЛАТИНЫ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 12 X 1942)

С давних пор известно, что при действии хлора на соединения двухвалентной платины имеет место присоединение двух атомов хлора, располагающихся по вновь возникающей при этом координате октаэдра. Л. А. Чугаев и В. Г. Хлопин показали, что аналогичная реакция происходит при действии на соединения двухвалентной платины перекиси водорода⁽¹⁾. В этом последнем случае вместо двух атомов хлора присоединяются два гидроксила. А. А. Гринберг и Б. В. Птицын показали, что, подобно перекиси водорода, на соединения двухвалентной платины действует также перманганат калия в сернокислой среде [аналогия с известным вагнеровским методом получения гликолей⁽²⁾]. Во всех указанных случаях (а также при замене хлора бромом, иодом или азотной кислотой) процесс происходит таким образом, что молекула окислителя разрывается на две части, и каждая из этих частей оказывается фиксированной в продукте реакции на концах вновь возникшей координаты. Представления о механизме подобного рода превращений уже были высказаны в работе А. А. Гринберга и Б. В. Птицына⁽³⁾. В настоящей работе было изучено действие на ряд комплексов двухвалентной платины хлорноватистой кислоты. По аналогии с превращениями, упомянутыми выше, можно было ожидать, что при этом молекула хлорноватистой кислоты распадается на радикалы $\text{Cl}^\cdot$ и $\text{OH}^\cdot$, каковые и будут фиксированы в образующемся октаэдрически-построенном производном четырехвалентной платины. Как и в случае молекул галогенов, перекиси водорода или азотной кислоты, можно представить себе первичное присоединение молекулы хлорноватистой кислоты поляризационными силами с последующим переходом на эту молекулу двух электронов исходного иона двухвалентной платины. Получающиеся в результате такого процесса ионы Cl^- и OH^- закрепляются в поле получившегося иона Pt^{IV} .

Если бы реакция действительно шла в основном таким образом, то мы имели бы в руках общий метод получения соединений, заключающих гидроксильную группу и хлор в транс-положении друг к другу. Опыт показал, что это так и есть.

Нами было испытано действие водного раствора хлорноватистой кислоты (свеже-приготовленного, не дававшего опалесценции тотчас же по приливании AgNO_3) на $\text{K}_2 [\text{PtCl}_4]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4] \text{Cl}_2$ и

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4$. Титр раствора хлорноватистой кислоты устанавливался иодометрическим путем.

При приливании вычисленного, согласно реакции $\text{K}_2\text{PtCl}_4 + \text{HClO} \rightarrow \text{K}_2\text{PtCl}_5\text{OH}$, количества раствора HClO к навеске платинита имеет место изменение окраски от розово-красной к оранжевой. Последующее добавление к этому раствору азотнокислого серебра влечет за собой обильное выпадение мелко-кристаллического желтоватого осадка. Этот осадок был отсосан, промыт водой и высушен сначала в эксикаторе над серной кислотой, а затем в сушильном шкафу при $90-100^\circ\text{C}$.

Вычислено для $\text{Ag}_2[\text{PtCl}_5\text{OH}]$:	Найдено:
$\text{Ag} + \text{Pt}$ 67,90%;	$\text{Ag} + \text{Pt}$ 67,96%;
Cl 29,29%.	Cl 29,35%.

Данные анализа не оставляют сомнения в составе соли.

Точно также при действии теоретического количества раствора хлорноватистой кислоты на изомерные соединения состава $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ были получены светложелтые кристаллические порошки состава $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{OH}]$. Приводим данные анализа продуктов действия HClO на хлорид Пейроне и хлорид 2-го основания Рейзе. Продукты эти были получены путем тщательного растирания навесок соответствующих солей в среде раствора HClO .

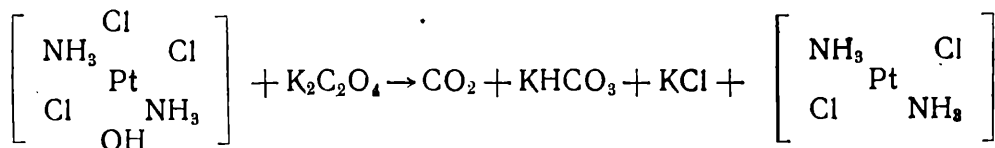
а) Продукт действия HClO на хлорид Пейроне:

Вычислено для $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{OH}$:	Найдено:
% Pt 55,35 ;	% Pt 55,12;
% Cl 30,16 .	% Cl 30,27.

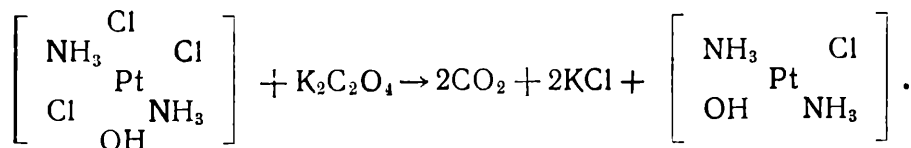
б) Продукт действия HClO на хлорид 2-го основания Рейзе:

Вычислено для $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{O}$:	Найдено:
% Pt 55,35 ;	% Pt 55,56;
% Cl 30,16 .	% Cl 30,30.

Соль состава $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{OH}$, полученная при действии HClO на транс- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, была подвергнута восстановлению теоретическим количеством оксалата калия. При этом можно было ожидать течения реакции или по схеме



или же по схеме



Анализ показал, что продуктом реакции является хлорид 2-го основания Рейзе (первая схема). Мы, однако, не можем пока считать этот факт прямым доказательством отхода при восстановлении именно координаты $\text{OH}-\text{Cl}$. Возможно, что восстановление идет по обеим

схемам, но хлорид 2-го основания Рейзе выпадает из-за меньшей растворимости. Дальнейшие опыты в этом направлении, а также аналогичные опыты с продуктом окисления цис-изомера будут поставлены сразу же, как только представится возможность.

При действии HClO на хлорид 1-го основания Рейзе продуктом реакции являлась смесь солей $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{OHCl}]\text{Cl}_2$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$. Второй компонент смеси несомненно является вторичным продуктом, легко выпадающим в осадок в силу малой растворимости. При действии HClO на сульфат 1-го основания Рейзе основным продуктом реакции была соль состава $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{OHCl}]\text{SO}_4$.

По независящим от меня обстоятельствам, у меня в руках не имеется данных анализа как этой соли, так и некоторых производных моногидрокси-пентахлоро-ряда (кроме вышеупомянутой серебряной соли). Соответствующие материалы остались у Ю. Л. Михелиса, ныне находящегося в рядах Красной Армии. Я, однако, надеюсь, что через некоторое время эти данные, а также данные по физико-химической характеристике кратко описанных солей смогут быть опубликованы.

Экспериментальная работа проводилась в химических лабораториях 1-го Ленинградского медицинского института им. Павлова и Ленинградского химико-фармацевтического института.

Кафедра неорганической химии
Казанского химико-технологического института

Поступило
12 X 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

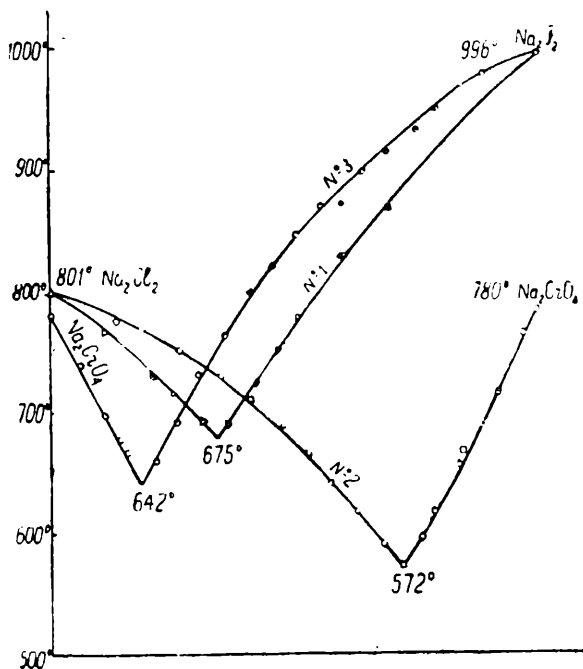
¹ Л. А. Чугаев и В. Г. Хлопин, Изв. ин-та по изуч. платины и др. благ. металлов, 5, 85 (1927). ² А. А. Гринберг и Б. В. Птицын, Изв. ин-та по изуч. платины и др. благ. металлов, 11, 77 (1933). ³ А. А. Гринберг и Б. В. Птицын, loc. cit.

И. С. РАССОНСКАЯ и А. Г. БЕРГМАН

ДИАГРАММА ПЛАВКОСТИ ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ ХЛОРИД — ФТОРИД — ХРОМАТ НАТРИЯ

(Представлено академиком В. Г. Хлопиным 27 XI 1942)

Исследование системы $\text{NaCl} - \text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ было одним из этапов работ, проводимых лабораторией расплавленных солей Института общей и неорганической химии АН СССР в связи с изысканием ванн для термической обработки металлических сплавов, теплоносителей и флюсов для сварки и рафинирования металлов.



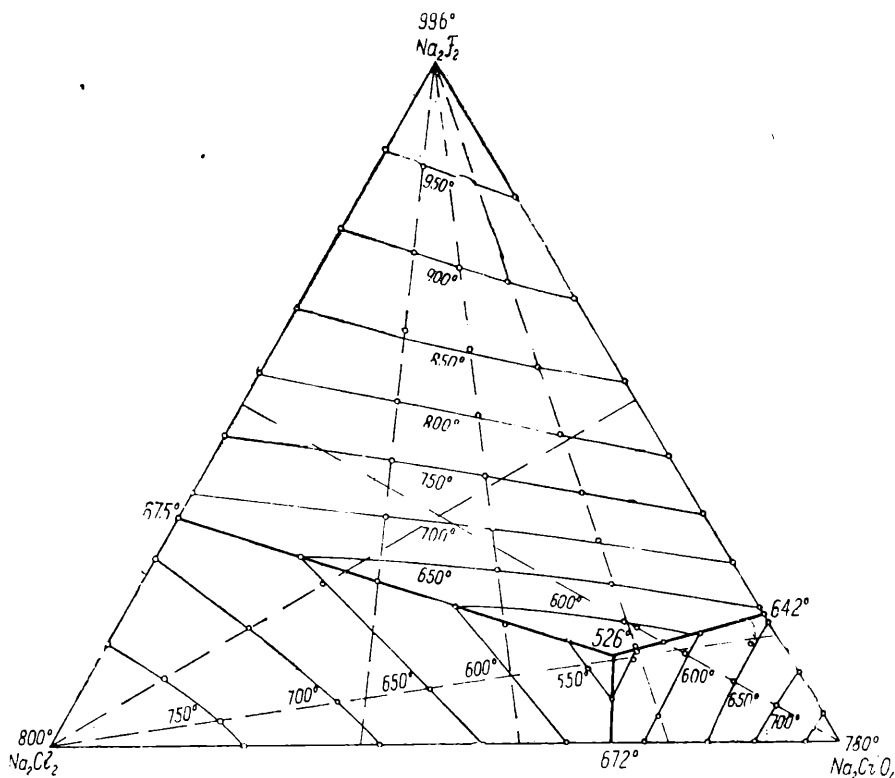
Фиг. 1. Бинарные системы $\text{NaCl} - \text{NaF}$;
 $\text{Na}_2\text{Cl}_2 - \text{Na}_2\text{CrO}_4$; $\text{Na}_2\text{F}_2 - \text{Na}_2\text{CrO}_4$

Рассматриваемая тройная система включает в себя три бинарные: $\text{NaCl} - \text{NaF}$, $\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ и $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$. Из перечисленных систем ранее были изучены: система $\text{NaCl} - \text{NaF}$ Плато [Plato⁽¹⁾] и Воль-

терсом [Wolters⁽²⁾] и система $\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$, частично исследованная Сакуром [Sakur⁽³⁾] в пределах от 0 до 5,73% мол. Na_2CrO_4 в связи с изучением явления молекулярной депрессии в расплавах.

Нами была проверена система $\text{NaCl} - \text{NaF}$ и изучены полностью диаграммы плавкости бинарных систем $\text{NaCl} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$; $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ (фиг. 1), и тройной системы $\text{NaCl} - \text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ (фиг. 2). Определения производились визуальным политермическим методом в платиновом тигле с помощью термопары $\text{Pt} - \text{PtRh}$ (сечением 0,5 мм) и зеркального гальванометра системы Siemens-Halske.

Система $\text{NaCl} - \text{NaF}$ по нашим данным, в основном совпадающим с результатами работ предыдущих авторов, представляет собой систему с простой эвтектикой, имеющей состав 33,5% мол. NaF и температурой плавления 675° .



Фиг. 2. Политерма тройной системы $\text{Na} \parallel \text{F}, \text{Cl}, \text{CrO}_4$

Система $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ является также простой системой с эвтектической точкой 572° , состав которой 78,5% мол. Na_2CrO_4 .

Система $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ представляет собой систему с простой эвтектикой состава 81,5% мол. Na_2CrO_4 и точкой плавления 642° . В отличие от аналогичной системы калийных солей $\text{KF} - \text{K}_2\text{CrO}_4$, где обнаружено соединение $2\text{KF} \cdot \text{K}_2\text{CrO}_4$ (работа Е. П. Дергунова), в системе $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{CrO}_4$ такого соединения обнаружить не удалось. В системе $\text{NaF} - \text{Na}_2\text{SO}_4$ имеется соединение $\text{NaF} \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$, плавящееся при 781° .

Для изучения тройной системы было проделано шесть разрезов, направление которых показано пунктиром на фиг. 2.

Так как составляющие бинарные системы являются системами с простой эвтектикой, то поверхность ликвидуса тройной системы представляется состоящей из трех резко разграниченных полей кристаллизации. Поле кристаллизации NaF занимает наибольшую часть этой поверхности (61,4%), следующим по величине является поле кристаллизации NaCl (30,8%), и наименьшую часть составляет поле Na_2CrO_4 (7,8%).

Тройная эвтектическая точка имеет состав 13% мол. NaF ; 21,5% мол. NaCl и 65,5% мол. Na_2CrO_4 , или в весовых процентах: 7,68% NaF ; 17,68% NaCl и 74,64% Na_2CrO_4 и соответствует температуре 526°.

При этом следует отметить значительное снижение температур плавления как в бинарных, так и в тройной системах.

Эвтектический сплав представляет интерес как соляная ванна для термообработки металлов и как высокотемпературный теплоноситель.

Лаборатория расплавленных солей
Института общей и неорганической химии
Академии Наук СССР

Поступило
27 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Plato, ZS. phys. Chem., 58, 350 (1907). ² Wolters, N. Jahrb, Min. Bell. 3057 (1910). ³ Sackur, ZS. phys. Chem., 78, 550 (1912).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

Б. ТОКИН

ВЛИЯНИЕ ФИТОНЦИДОВ НА *PROTOZOA*

(Представлено академиком Л. А. Орбели 12 XI 1942)

В ходе экспериментально-эмбриологических исследований в 1928—1930 гг. нам удалось (¹⁻³) обнаружить весьма своеобразное явление.

Если приготовить на обыкновенной овощной терке небольшое количество кашицы из лука (*Allium cepa*), чеснока (*Allium sativum*), редьки (*Raphanus sativus*), хрена (*Cochlearia armoracica*) или же из некоторых других растений, то в первые 5—10 минут из этой кашицы выделяются какие-то летучие вещества, убивающие после непродолжительного воздействия (1—5 минут) дрожжевые культуры расы *Schabli*, *Nadsonia* и др., находящиеся на расстоянии нескольких сантиметров от растительной кашицы. Аналогичный эффект обнаружен на яйцах моллюсков и лягушек.

Это побочное наблюдение, далекое первоначально от наших непосредственных научных интересов, послужило толчком к многолетним и разносторонним исследованиям большого коллектива биологов, микробиологов и врачей и привело к открытию феномена — фитонцидов (³). Так названы нами летучие вещества, продуцируемые растениями в ходе их жизнедеятельности и обладающие мощными бактерицидными и протистоцидными свойствами.

Химическая природа фитонцидов еще не ясна, но одно очевидно, что фитонциды не идентичны так называемым эфирным маслам растений, т. е. той (подчас очень сложной) смеси органических соединений, которая оказывается в распоряжении химика и фармаколога после перегонки масел с водяными парами или после экстрагирования и мацерации. За это говорит уже тот факт (подтвержденный многочисленными опытами), что в сравнительно короткий срок после изготовления растительной кашицы фитонциды улетучиваются и поэтому они, естественно, при обычных способах получения эфирных масел не оказываются в поле зрения химика-аналитика.

Мы сообщаем здесь основные факты о влиянии фитонцидов на *Protozoa*, что может представить интерес для биологии и медицины.

Наиболее обстоятельно нами исследовалось влияние паров фитонцидов лука (*Allium cepa*) и чеснока (*Allium sativum*). Описываемые ниже явления, однако, свойственны не только им, но и многим другим растениям из числа более чем 150 видов, изученных нами.

Первоначальную сложную технику экспериментирования удалось заменить предельно элементарной. Нужно взять каплю воды или сенного настоя, где культивируются интересующие нас *Protozoa*, поместить ее на предметное стекло, приготовить с возможной быстротой небольшое количество кашицы из луковицы лука, чеснока или других испытываемых растений. Приготовленную кашицу положить на

дно чашки Петри любого диаметра. Над этой кашницей на расстоянии нескольких миллиметров или сантиметров поместить на подставках предметное стекло с висячей каплей, где находятся исследуемые объекты; после этого чашку Петри надо закрыть, чтобы фитонциды не улетучивались. Можно обойтись и без каких-либо приспособлений, а просто помещать кашницу по соседству с „протозойной каплей“ на предметном стекле или рядом с ним.

Общий итог наших многочисленных опытов может быть изложен весьма кратко: небольшие порции только что приготовленной кашницы из лука, чеснока и некоторых других растений выделяют достаточное количество фитонцидов, чтобы в течение 1—2—5 минут вызвать гибель всех одноклеточных животных, подвергнутых их воздействию. Пока мы не встретили таких представителей *Protozoa* из числа непатогенных и патогенных, которые бы оказались стойкими к фитонцидам лука и чеснока.

Наиболее тщательно нами изучена *Paramaecium caudatum*.

Во всех наших опытах с яйцами животных, с бактериями и грибами, а также с простейшими, мы убедились, что наиболее биологически активные порции фитонцидов выделяются буквально в первые секунды и минуты опыта. По мере стояния кашницы на воздухе ее фитонцидные свойства исчезают. Повидимому, фитонциды в парообразном состоянии практически моментально проникают сквозь „эктоплазматические“ слои клеток.

Специальные опыты по длительности сохранения кашницей ее протистоцидных свойств показали, однако, что расходование фитонцидов не происходит мгновенно и что следы их удается обнаружить в течение сравнительно долгого времени. В этом отношении различные растения резко отличаются друг от друга.

Так, в кашнице из лука почти не удается обнаружить даже следов фитонцидов после стояния ее на воздухе в течение 30 минут. В то же время кашница из корня дикого пиона (*Paeonia anomalia*, в общепитии — „Марьян-Корень“) обладает энергичными протистоцидными свойствами даже после суточного стояния на воздухе.

Исключительная летучесть фитонцидов оказалась общим явлением у исследованных растений. За большую летучесть говорит следующий опыт. Устанавливается вертикально стеклянная трубка длиной 128 см и внутренним диаметром около 2 см. Нижний конец соединяется с воронкой, раструб которой предназначен для того, чтобы не улетучивались во все стороны пары фитонцидов, исходящие из луковой кашницы (помещенной непосредственно под раструб воронки). Над верхним отверстием трубки устанавливается предметное стекло с висячей каплей, содержащей испытуемые одноклеточные организмы. При такой постановке опытов достаточно 5—8-минутной экспозиции, чтобы все *Protozoa* были убиты.

Специальные исследования показали, что во всех случаях влияния фитонцидов на бактерии, грибки и *Protozoa* речь идет исключительно о химическом влиянии, и действие каких-либо гипотетических лучистых факторов безусловно исключено.

Неразрешенным до конца в наших исследованиях остается вопрос о растворимости фитонцидов в воде. Если пары фитонцидов лука и чеснока убивают организмы, находящиеся в водной капле, следовательно они хотя бы в незначительной степени растворяются в воде. В нашей лаборатории Л. Ферри разбавлял водою свежеприготовленный луковый сок 1:10 и обнаруживал еще весьма энергичное убивающее действие на *Protozoa*.

При многочисленных разведочных опытах с рядом растений для исследования вопроса о растворимости фитонцидов в воде мы встретились с явлениями, не поддающимися пока точному анализу.

Оказалось, что фитонциды ряда растений прекрасно убивают бактериальные культуры, выращиваемые на твердой питательной среде, и не убивают *Protozoa*, находящиеся в водной капле. Так, фитонцид красного перца (*Capsicum annum*) обладает прекрасными бактерицидными свойствами, а эффект на *Protozoa*, находящихся в водной капле, не обнаруживается или обнаруживается, как правило, лишь при длительной (30—35 минут) экспозиции. Подобная картина обнаруживается при исследовании фитонцидов горчицы (*Sinapis alba e. nigra*), обладающих мощными бактерицидными свойствами, но дающих практически нулевой эффект при воздействии на объекты, находящиеся в воде.

С другой стороны, встречаются фитонциды, характеризующиеся еще большей растворимостью в воде, чем фитонциды лука и чеснока. Таков, например, фитонцид черемухи (*Radus racemosa*). Если ветку черемухи положить на стол и поместить рядом с ней чашку Петри с водой, содержащей разнообразных простейших, и накрыть все стеклянным колпаком, то через 20 минут все простейшие окажутся мертвыми.

Нам остается, наконец, остановиться на действии эфирных масел растений как на одном из наиболее важных фактов, обнаруженных экспериментами. Давно известно в научной литературе и медицинской практике, что эфирные масла ряда растений убивают грибки и бактерии; например, эфирными маслами хвойных растений в прошлом столетии хирурги стерилизовали кетгут. Эти данные нуждаются в дополнительном исследовании, так как в ряде случаев исследователи имели дело, несомненно, не с эфирными маслами, а с фитонцидами.

Совместно с А. Витгефт нами проведены наблюдения над действием паров эфирных масел на *Protozoa*. В углубление на предметных стеклах мы помещали каплю масла какого-либо растения. Края лунки смазывали вазелином и закрывали покровным стеклом, на нижней поверхности которого помещалась капля воды с *Protozoa*. Результаты экспериментов таковы: под влиянием паров эфирных масел разных растений смерть одноклеточных животных организмов наступает при разной экспозиции. В случае эвгенольного базилика (*Ocimum gratissimum*) констатируется смерть *Protozoa* после 3—5-минутной экспозиции. Соответственно для душицы (*Origanum majaraha*) — 2 минуты; для полыни (*Artemisia siversiana*) — 30—60 секунд; для богородской травы (*Thimus-serpillum*) — 1 минута; для масла змееголовника (*Dracocephalum moldavicum*) — 2—3 секунды и для эфирного масла иссока (*Hyssopus officinalis*) — 30 секунд. Если опыты с эфирными маслами названных растений проводить в обычной постановке (описанной нами для экспериментов с фитонцидами лука и чеснока), то требуется гораздо большая экспозиция, чтобы убить *Protozoa*. Так, например, для богородской травы требуется 15—17 минут, для змееголовника — 6 минут и т. д. В данном случае сказывается большое расстояние от объекта (1—1,5 см), возможность улетучивания в пространство паров и т. п.

Томский государственный университет и Всесоюзный институт
экспериментальной медицины им. Горького

Поступило
12 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. Токин и А. Бараненкова, Тр. лабор. exper. биол. Московского зоопарка, 5 (1931). ² Б. Токин, Митогенетические лучи. 1933. ³ Б. Токин с участием А. Коваленок, Г. Неболюбовой, И. Торопцева, Л. Ферри, А. Филатовой. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды) (в печати).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОЛОГИЯ

А. КОВАЛЕНКО

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ФИТОНЦИДОВ НА *PROTOZOA*

(Представлено академиком Л. А. Орбели 18 XI 1942)

Многолетними исследованиями Б. Токина и А. Филатовой⁽²⁾ установлено, что летучие вещества (фитонциды), выделяющиеся из свежес приготовленной кашицы лука (*Allium cepa*), чеснока (*Allium sativum*) и ряда других растений, обладают мощными бактерицидными свойствами. Достаточно 3—5-минутного воздействия фитонцидами, чтобы затормозить развитие или нацело убить исследованные расы грибов и бактерий⁽²⁾.

Оказалось также, что фитонциды прекрасно убивают одноклеточные, свободно живущие и паразитические организмы (различные виды инфузорий и т. п.).

Нами проведено специальное исследование по выяснению механизма действия фитонцидов на разные виды свободно живущих инфузорий, на некоторых жгутиковых и на *Opalina ranarum* Ehrbg., инфузорию, паразитирующую в кишечнике лягушки (*Rana arvalis* L.). Оказалось, что при одной и той же экспозиции разных видов инфузорий воздействию фитонцидов одного и того же растения обнаруживается существенно различный эффект.

Все *Protozoa* погибают, но биологический механизм умирания различен.

При действии фитонцидами на *Paramaecium caudatum* Ehrbg. уже в первые секунды с момента воздействия движение инфузорий резко ускоряется, примерно в 2—3 раза. Этот эффект родственен уже описанному Б. Токиным⁽²⁾ явлению резкой интенсификации жизненных функций яиц моллюсков с последующей их гибелью при воздействии фитонцидами.

По истечении минуты движение начинает замедляться и к концу 3—4-й минуты прекращается совершенно, инфузории погибают. Происходят заметные морфологические изменения: передний конец становится более заостренным, задний—округлым; протоплазма становится менее прозрачной с резко выраженной зернистостью; хорошо заметен макронуклеус.

Через несколько минут (3—10) после прекращения движения на поверхности тела, как правило, происходит одновременно множественное образование прозрачных пузырьков. Пузырьки имеют четкую геометрическую очерченность: это идеальные шары, связанные в одном месте с телом инфузории. Содержимое их вполне гомогенно.

Пока мы не можем сказать что-либо достоверное о природе этих образований. Если предполагать, что содержимое их есть результат

энергичного вытекания содержимого вакуолей, то совершенно непонятно, чем объяснить большой объем возникающих пузырьков. В некоторых случаях, при множественном образовании пузырьков, их общий объем превышает объем тела всей инфузории.

Непонятна и идеальная гомогенность пузырьков. Если предположить, что в одном из мест тела инфузории происходит выпячивание участка пелликулы и выдавливание содержимого сократительной вакуоли, то каким образом вообще соответственные участки протоплазмы, имеющие жидкое агрегатное состояние, не попадают в образующийся пузырек. При этом условии мы не наблюдали бы гомогенности содержимого пузырьков.

Таким образом, трудно высказать какое-либо определенное предположение. Может быть, происходит энергичная реакция паров фитонцида с поверхностными слоями, и содержимое пузырьков есть продукт этой реакции.

Напрашивается мысль и об изменении полупроницаемых свойств пелликулы под влиянием фитонцидов. Если это имеет место, то образование пузырьков можно было бы поставить в связь с явлениями плазмолитического порядка. Инфузории в таком фиксированном состоянии могут находиться до подсыхания капли жидкости, однако наблюдались случаи, когда пелликула разрушалась вскоре после прекращения движения, и плазма вытекала. На ряде опытов нами выяснено, что достаточно воздействия фитонцидов на *Paramecium caudatum* в течение 30 секунд (если лук взят доброкачественный), чтобы вызвать необратимые изменения в плазме, приводящие инфузорию к гибели через 3—4 минуты после прекращения воздействия фитонцидами.

Интересно отметить, что уже после $1/2$ -минутного воздействия протоплазма и макронуклеус у *Paramecium caudatum* диффузно окрашивается нейтральротом, взятым в концентрации, которая сама по себе не приводит к гибели, а вызывает лишь обратимое явление грануляции. Нам ни в одном случае не удалось наблюдать явление паранекроза (!). Это говорит о том, что фитонциды проникают в клетку с исключительной быстротой и вызывают у простейших необратимые изменения.

При 3-минутном воздействии фитонцидами на *Stentor coerules* Ehrbg. тело резко сокращается, поступательные движения замедляются. Протоплазма становится менее прозрачной, увеличивается ее вязкость, макронуклеус хорошо заметен, однако он смещен относительно своего первоначального положения. Впоследствии тело инфузории разрушается. Интересно, что все структуры и форма тела сохраняются некоторое время лишь при воздействии большими количествами фитонцидов.

Воздействие небольшими количествами фитонцидов на *Spyrostroma teres* Clap Lack (кашица из лука помещалась не в чашку Петри, а на предметное стекло рядом с каплей воды, содержащей инфузории) в первые же секунды вызывает сокращение тела по длинной оси, поступательное движение сменяется вращательным, последнее через 10—20 секунд вновь сменяется поступательным движением, сопровождающимся конвульсивными сокращениями тела. Сократительная вакуоль перестает функционировать и увеличивается в размерах. Через 8 минут движение инфузорию прекращается, и через 5—7 минут, а в отдельных случаях тотчас после прекращения движения наблюдается зернистый распад. При обычной постановке опытов, когда предметное стекло помещается в чашку Петри, содер-

жашую кашицу лука, зернистый распад происходит через 2—3 минуты, причем ему предшествует резкое сокращение тела.

У *Stylonychia mytilus* Ehrbg. действие фитонцидов вызывает резкое ускорение движения, и в первые же секунды с момента воздействия фитонцидами начинается литический распад. В течение 2-х минут, а в отдельных случаях в течение 1-й минуты, лизируется все тело, причем лизис начинается от области перистомы; постепенно уменьшающееся в ходе лизиса тело инфузории, однако, сохраняет подвижность почти до конца лизиса.

Некоторые мелкие формы инфузорий из рода *Stylonychia* оказались более резистентными к фитонцидам. Инфузории погибают при 4—5-минутном воздействии бактерицидами. При гибели этих инфузорий мы не наблюдали литического или зернистого распада, скорее происходит „фиксация“ клетки.

Действие фитонцидов на *Loxodes rostrum* O. F. Müll. вызывает литический распад инфузории; лизис начинается с переднего конца уже в первые секунды с момента воздействия фитонцидами, а весь процесс протекает в течение всего 10—15 секунд.

2-минутное воздействие фитонцидов на *Opalina ranarum* Ehrbg. вызывает их гибель. Наблюдается коагуляция протоплазмы, ядра хорошо видны в виде светлых гомогенных пятен, форма тела почти не изменяется. Мы не наблюдали распада инфузорий, напротив, они могут сохраняться, не разрушаясь, в течение нескольких часов, если не будет подсыхать капля жидкости.

В этом случае мы можем говорить, что происходит фиксация инфузорий.

Колония *Volvox* погибает при 2-минутном воздействии фитонцидами, интенсификации движения при воздействии фитонцидами мы не наблюдали. Погибшие колонии могут сохраняться, не разрушаясь, в течение пяти дней.

Помимо фитонцидов *Allium cepa*, мы исследовали фитонциды *Allium schoenophrasum* L. и корней *Paeonia anomala*. Оказалось, что фитонциды всех исследованных растений вызывают аналогичные изменения у *Protozoa* и приводят к их гибели, различна лишь экспозиция. Так, фитонциды *Allium cepa* приводят к гибели инфузорий при воздействии в течение 2—3-х минут; фитонциды *Allium schoenophrasum* — при воздействии в течение 3—5 минут, а фитонциды корней *Paeonia anomala* убивают инфузории при 7—9-минутном воздействии.

Данные, полученные на *Protozoa*, могут быть полезны при изучении действия фитонцидов на клетки и ткани многоклеточных животных и подскажут детали практического использования их в борьбе с патогенными простейшими.

Томский государственный университет и Всесоюзный институт
экспериментальной медицины им. Горького

Поступило
18 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Д. Насонов и В. Александров, Реакция живого вещества на внешние воздействия, Изд. АН СССР, М.-Л. 1940. ² Б. Токин, с участием А. Коваленок, Г. Неболюбовой, И. Горопцева, Л. Ферри, А. Филатовой, Бактерициды растительного происхождения (фитонциды) (в печати).

МИКРОБИОЛОГИЯ

В. Л. РЫЖКОВ и А. М. ВОВК

**О БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АЦИЛПРОИЗВОДНЫХ
ВИРУСА ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ**

(Представлено академиком Л. А. Орбели 27 XI 1942)

После того, как П. А. Агатовым было показано (¹, ², ³), что белок вируса табачной мозаики после введения в него ацильных групп сохраняет способность вызывать у *Nicotiana glutinosa* местные некрозы, стал вопрос о том, сохраняет ли он также инфекционность для растений, принадлежащих к видам, у которых *Nicotiana virust* Allard вызывает общее заболевание. Было важно также выяснить, сохраняет ли вирусная молекула способность к саморепродукции после введения в нее ацилрадикала, иными словами, остается ли вирус способным к пассажированию через серию экспериментальных растений. Далее, если вирус остается инфекционным, то вызывает ли он типичную картину болезни или же симптомы заболевания, развивающегося после введения ацилдеривата вируса, отличаются от этой картины. Согласно намеченному плану, заключительным аккордом этих работ должно быть исследование вирусного белка, выделенного из растений, зараженных ацилдериватами вируса. Эта работа и была произведена П. А. Агатовым.

Наши опыты проводились на табаке и помидоре, результаты опытов приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Инфекционность ацилдериватов вируса
табачной мозаики

Вирус и растение	Заражено	Заболело
Типичный, табак	5	5
Бензоилированный, табак	11	11
То же	5	5
Ацетилованный, табак	5	5
Типичный, помидор	14	6
Бензоилированный, помидор	7	1
То же	7	7
Ацетилованный, помидор	7	6

Из этой таблицы мы видим, что бензоилированный и ацетилованный вирус табачной мозаики сохраняет полностью активность по отношению к табаку и помидору. Производилось тщательное наблюдение за симптомами развивающегося заболевания, причем оказалось,

что они были одинаковы и у растений, зараженных типичным вирусом, и у растений, зараженных дериватом этого вируса. Соком растений, зараженных ацилпроизводными вируса, снова были заражены экземпляры табака и помидора с целью выяснить, сохраняет ли вирус способность к пассажированию. Результаты этих опытов приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Способность ацилдериватов вируса табачной мозаики к пассажированию

Происхождение вируса растений	Заражено	Заболело
От табака, зараженного бензоилированным вирусом, табак	2	2
То же, помидор	7	5
От табака, зараженного ацетилованным вирусом, помидор	9	7
От табака, зараженного типичным вирусом, помидор	6	5

Во всех этих опытах контрольные растения оставались здоровыми; число их в опыте, результаты которого приводятся в табл. 2, было 11. Таким образом оказалось, что ацилдериваты вируса полностью сохраняют инфекционность и вызывают симптомы совершенно такие же, как типичный вирус. Уже эти факты позволили сделать предположение, что в организме растения, в которое введены ацил-производные вируса, строятся неизменные типичные молекулы этого вируса. Эти предположения получили подтверждение в работе П. А. Агатова.

Такое завершение получают работы, первая мысль о постановке которых зародилась в коллективе нашей лаборатории еще в 1937 г. Мы имели в виду тогда введение радикалов в вирусный белок с целью блокады его активных групп, предполагая, что нам удастся реактивация вируса путем удаления радикалов из вирусной молекулы. Однако результат получился совершенно неожиданный: вирусная молекула, у которой большая часть аминокрупп блокирована ацилрадикалами, полностью сохраняет свою активность. Аналогичные результаты получены также Шраммом и Мюллером и Стэнлеем и Миллером; у этих последних авторов, правда, имеется указание на то, что при связывании 78—83% аминокрупп ацетилом активность вируса ослабляется на 25—30%, однако едва ли это доказывает, что активность вируса зависит от нахождения аминокрупп в свободном состоянии, так как возможно, что известное ослабление вируса происходит просто вследствие длительной химической обработки, которую требует препарат, у которого 80% аминокрупп оказываются связанными.

Для того, чтобы объяснить эти столь неожиданные и парадоксальные результаты, нами было высказано предположение, что в живой растительной клетке происходит омыление ацилированной молекулы вируса, вследствие чего она регенерирует в своем типичном состоянии. Нетрудно допустить, что в растениях имеются соответствующие ферменты, подобные ферменту животных, омыляющему гипуровую кислоту. К сожалению, *in vitro* показать наличие такого фермента в соке табака П. А. Агатову пока не удалось. Такой отрицательный результат, конечно, еще не доказывает, что в прото-

плазме растения не имеется условий, вследствие которых происходит регенерация типичных молекул вируса. Подобное объяснение нам продолжает казаться наиболее вероятным.

Результаты, полученные как в нашей лаборатории, так и в других лабораториях, относительно сохранения активности ацилдери-
ватов вируса, так или иначе очень важны, потому что они указы-
вают на необходимость различать наряду с изменением вирусной мо-
лекулы, которые сохраняются при саморепродукции вируса (измен-
чивость вирусов), также такие изменения, которые при этой саморе-
продукции не сохраняются. Именно с последнего рода изменениями
мы и встречаемся при ацилировании вируса.

Институт микробиологии
Академии Наук СССР

Поступило
27 XI 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. А. Агатов, Биохимия, 6, 269 (1941). ² П. А. Агатов, ДАН, XXXIII, № 7 (1941). ³ П. А. Агатов, ДАН, XXXVIII, № 3 (1943).

Т. С. СКАРБИЛОВИЧ

К ПЕРЕСТРОЙКЕ СИСТЕМАТИКИ ТРЕМАТОД СЕМЕЙСТВА

LECITHODENDRIIDAE ODHNER, 1911

(Представлено академиком К. И. Скрыбиным 7 IX 1942)

Не взирая на то, что первые рода трематод семейства *Lecithodendriidae* Odhner, 1911, были обоснованы еще в 1896 году Looss, и что к настоящему времени это семейство, включающее 31 самостоятельный род, освещено многими десятками солидных работ, систематика лецитодендриид не может считаться удовлетворительной.

Зависит это, в основном, от того, что разные авторы выдвигали в качестве таксономических коэффициентов признаки различного удельного веса.

Монографическое изучение лецитодендриид привело нас к необходимости внести ряд существенных коррективов в систематику этой группы трематод, подразделить подсемейственные категории на трибы и обосновать 4 новых рода.

Наши выводы сводятся к следующему:

1. Мы разбиваем лецитодендриид на 3 подсемейства, кладя в основу их характеристики положение половых отверстий: у *Lecithodendriinae* Looss, 1902, оно лежит медианно впереди брюшной присоски, у *Gyrobascinae* Macy, 1935, — медианно позади брюшной присоски и у *Pleurogenetinae* Looss, 1899, — на боковом крае тела.

2. Каждое из подсемейств мы разбиваем на трибы, кладя в основу их дифференцировки два признака: а) наличие или отсутствие половой бурсы и б) расположение половых отверстий в отношении брюшной присоски.

3. *Lecithodendriinae*, у которых половая бурса отсутствует (или имеется ложная бурса), а половое отверстие лежит у переднего края брюшной полости, мы относим к трибе *Lecithodendrirea* tr. nov.; рода с наличием половой бурсы и с половым отверстием, расположенным на уровне фаринкса или кишечной бифуркации, мы относим к трибе *Phaneropsolia* tr. nov.

4. *Gyrobascinae*, у которых половая бурса отсутствует, а половое отверстие сдвинуто на значительное расстояние кзади от брюшной присоски, мы причисляем к *Gyrobascea* tr. nov.; рода, у которых половая бурса имеется, а половое отверстие расположено возле заднего края брюшной присоски, мы относим к *Limatulea* tr. nov.

5. *Pleurogenetinae* мы тоже подразделяем на 2 трибы: а) *Pleurogenea* tr. nov. с половым отверстием, расположенным на боковом крае тела впереди брюшной присоски и б) *Brandesia* trib. nov. с по-

ловым отверстием, расположенным на боковом крае тела, на уровне брюшной присоски или позади нее.

6. Вид *Lecithodendrium orospinosa* Bhabrao, 1926, из кишечника рукокрылого *Nyctinomus plicatus*, я выделяю в качестве типа специального рода *Skrjabinodendrium* n. g. со следующим диагнозом.

Диагноз. *Lecithodendriea* небольшого размера с яйцевидной формой тела и с гладкой кутикулой. Крупная ротовая присоска вооружена шипами. Пищевод отсутствует. Кишечстволы короткие, направлены поперечно. Половое отверстие близ переднего края брюшной присоски. Половые гонады располагаются впереди брюшной присоски. Семенники на одном уровне с половым отверстием, половая бурса отсутствует, яичник лежит с левой стороны, у края левого семенника. Семенной пузырек извитой, лежит впереди брюшной присоски. Желточники в виде двойной поперечной цепи лежат в передней части тела; яйца $0,038 \times 0,014$ мм. Паразиты летучих мышей.

7. Вид *Lecithodendrium bhaleraoi* Pande, 1935, из кишечника рукокрылого *Nycticejus Kuhli*, я выделяю в качестве типа нового рода *Travasso Lendrium* n. g. со следующим диагнозом.

Диагноз. *Lecithodendriea* с овальной формой тела. Брюшная присоска располагается посередине тела, причем может быть слегка сдвинута кпереди или кзади. Половое отверстие медианно, у переднего края брюшной присоски. Семенники располагаются впереди брюшной присоски, симметрично по бокам тела, иногда слегка сдвинуты один кпереди, другой кзади. Яичник цельнокрайный, лежит впереди брюшной присоски, на уровне семенников или значительно впереди их. Имеется ложная бурса с извитым семенным пузырьком. Желточники имеют характер небольших групп фолликул, располагающихся на уровне ротовой присоски: последняя почти всегда сдвинута на вентральную сторону. Петли матки многочисленные, располагаются главным образом в задней половине тела и небольшими петлями заходят в зону семенников. Яйца $0,022 - 0,035$ мм длины и $0,012 - 0,017$ мм ширины. Паразиты кишечника рукокрылых.

К этому роду, помимо типичного вида, мы относим: *Travasso pushpai* (Bhalerso, 1936), *T. mehrai* (Pande, 1935), *T. allahabadi* (Pande, 1935) = *L. longiforme* var. *allahabadi* Pande, 1935.

8. Вид *Lecithodendrium luzonicum* Tubangui, 1928, от *Scutophilus temmincki* я выделяю в качестве типа нового рода *Chiroptodendrum* n. g. со следующим диагнозом.

Диагноз. Небольшие *Phaneropsalea* с удлинённой формой тела, с гладкой кутикулой. Имеются фаринкс и короткие кишечные стволы, направленные латеро-каудально. Половые железы расположены впереди брюшной присоски. Половое отверстие открывается тотчас позади фаринкса. Половая бурса крупная, шаровидная, расположена медианно между фаринксом и брюшной присоской. Семенной пузырек сильно извитой. Шаровидные семенники располагаются симметрично по обе стороны от передне-латерального края брюшной присоски. Округлый яичник лежит медианно между семенниками. Желточники состоят из многочисленных гроздевидных фолликул, расположенных в средней части тела, в области кишечника, фаринкса и ротовой присоски, доходя задними фолликулами до переднего края семенников. Матка заполняет пространство позади брюшной присоски. Яйца $0,037$ мм длины и $0,016$ мм ширины. Паразиты кишечника рукокрылых.

9. Вид *Lecithodendrium echinuscus* Mc. Intosh, 1936, из цист ки-

шечника *Icteria virens*; я выделяю в качестве типа нового рода *Echinus codendrium* n. g. со следующим диагнозом.

Диагноз. *Gyrobascea*, у которых кутикула покрыта шипиками. Имеется фаринкс и пищевод, кишечные стволы широкие, заходят за задний край брюшной присоски. Семенники овальные, неравного размера, левый значительно крупнее. Половое отверстие располагается медианно позади брюшной присоски. Яичник крупный, состоит из 3—4 лопастей. Желточники мощные, фолликулы образуют подобие широких лент, окружающих пищевод. Матка формирует поперечные петли, заполняющие заднюю половину тела, не доходя до боковых краев тела. Яйца 0,027 мм и 0,020 мм имеют на базальном полюсе короткий шиповидный отросток.

Всесоюзный институт гельминтологии
им. акад. К. И. Скрыбина

Поступил
7 IX 1942

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Bhale Rao, Journ. Burma Res. Soc., v. 45 (1926). ² Tubangui, The Philippine Journ. of Science, v. 36, № 3, p. 366—367 (1928). ³ Odhner, Results of the Swedish Zoolog. Exped. to Egypt, 1901, Part IV, № 23 A (1911).

16. Все упоминаемые в статьях величины и единицы измерения должны соответствовать стандартным обозначениям (если таковые имеются) согласно ОСТ ВКС.

17. Цитируемая в статье литература должна даваться автором не в виде подстрочных примечаний, а общим списком в конце статьи, с обозначением в тексте статьи ссылки на цитируемую работу порядковой цифрой.

18. Даваемая в списке литература должна быть оформлена в следующем порядке:

а) для книг должны быть указаны фамилия и инициалы автора; точное и полное название книги, номер тома, главы, место издания и год издания;

б) для журнальных статей должны быть указаны: фамилия и инициалы автора, название журнала, номер тома (подчеркнуть сплошной линией), номер журнала (подчеркнуть волнистой линией), страница и год (последний обязательно в круглых скобках);

в) нельзя в цитированной литературе делать ссылки на литературу не опубликованную или литературу, не вышедшую из печати.

19. Весь иллюстративный материал к статьям представляется отдельно, ни в коем случае не должен приклеиваться к оригиналу, список подписей к фигурам должен быть дан отдельно.

20. На обороте оригиналов фигур должны быть указаны фамилия автора, название статьи и № фигуры.

21. Чертежи должны содержать все необходимые по тексту статьи буквенные обозначения (кривых, отдельных деталей) и не содержать никаких лишних обозначений и надписей. Надписи по возможности должны быть заменены цифрами или буквенными обозначениями, которые должны иметь пояснения в тексте. На абсциссе и ординате графиков должны быть указаны откладываемые величины, их единицы измерения и численные значения.

22. Авторы должны избегать повторения данных таблицы или графика в тексте статей.

23. Места, предназначенные к набору петитом, должны быть отмечены вертикальной чертой на полях.

24. В случае возвращения автору статьи для доработки дата поступления считается с момента получения редакцией окончательного текста.

Адрес редакции: Казань, ул. Баумана, 19 (Дом печати), тел. 38—63

ЦЕНА 2 р. 50 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ОТКРЫТ ПРИЕМ ПОДПИСКИ
на 1943 год
НА ЖУРНАЛЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Наименования журналов	Колич. №№ в год	Подписная цена руб.	
		12 мес.	6 мес.
1. Acta Physicochimica	12	108	54
2. Астрономический журнал	6	36	18
3. Биохимия	6	48	24
4. Ботанический журнал	6	36	18
5. Вестник Академии Наук СССР	12	60	30
6. Доклады Академии Наук на русск. языке	36	90	45
7. Доклады Академии Наук на иностр. языках	36	90	45
8. Журнал общей биологии	6	48	24
9. Журнал общей химии	12	72	36
10. Journal of Physics	6	36	18
11. Журнал прикладной химии	12	96	48
12. Журнал технической физики	12	72	36
13. Журнал экспериментальной и теоретической физики	12	96	48
14. Журнал физической химии	12	108	54
15. Записки Всероссийского минералогического общества	4	36	18
16. Зоологический журнал	6	48	24
17. Известия Академии Наук—серия биологическая	6	54	27
18. Известия Государственного географического общества	6	48	24
19. Известия Академии Наук—серия географическая и геофизическая	6	48	24
20. Известия Академии Наук—серия геологическая	6	60	30
21. Известия Академии Наук—серия математическая	6	36	18
22. Известия Академии Наук—Отделение технических наук	12	96	48
23. Известия Академии Наук—Отделение химических наук	6	48	24
24. Известия Академии Наук—серия физическая	6	48	24
25. Математический сборник	6	54	27
26. Микробиология	6	48	24
27. Журнал прикладной математики и механики	6	48	24
28. Природа	6	36	18
29. Почвоведение	10	80	40
30. Советская ботаника	6	48	24
31. Наука и жизнь	12	36	18
32. Успехи химии	6	48	24
33. Успехи современной биологии	6	96	48

ТИРАЖИ ЖУРНАЛОВ ОГРАНИЧЕНЫ

ПОДПИСКА И ДЕНЬГИ за журналы принимаются по адресу: Москва, ул. Горького, д. 22а, контора „АКАДЕМКНИГА“. Расч. сч. № 150376 в Московской город. конторе Госбанка. **ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ ТАКЖЕ В ОТДЕЛЕНИЯХ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“:** Казань, Пионерская, 17; Ленинград, просп. Володарского, 53; Ташкент, Почтовый ящик 90, Пушкинская ул., 17; уполномоченными конторы „АКАДЕМКНИГА“; всеми отделениями „Союзпечати“ и всюду на почте.