

СОДЕРЖАНИЕ:

У. С. С. Р.

1. К сведению всех работников науки . . . 2
2. Проф. П. И. Фомин. Экономические перспективы русско-германского договора в Раппало . 3
3. Проф. М. А. Егоров. Илевод-опытник в современных условиях . . 10
4. Акад. П. А. Тутковский. Прохождение неолитичной культуры . 17
5. Проф. Д. А. Рожанский. Физические основания современной радиотехники 25
6. Проф. В. Ф. Тимофеев. Сложность элементов и периодическая система . 38
7. Проф. К. А. Красуский. Уплотнение фенилацетилена в симметрический трифенилбензол под влиянием метиламина . . 56
8. Проф. А. П. Виноградов. Расход топлива в вагранках 58
9. Проф. А. В. Палладин. Роль аммиака у травоядных животных . . . 61
10. Проф. В. П. Воробьев. На границах учения о живом и мертвом . . . 78
11. Проф. С. А. Иванов. Гигиена и зоогигиена в современных условиях . 86
12. Проф. А. А. Ивановский. Изменение физических признаков населения России под влиянием голодания . . . 90
13. Проф. Н. Ф. Белоусов. Осмотические свойства живых образований . . 97
14. Проф. Т. И. Котов. Геодезические линии . 107
15. Проф. С. Ю. Семковский. Национальная апперцепция 114
16. Акад. Ф. И. Шмит. Об исследовании и издании памятников древне-русского искусства . 125
17. Акад. В. П. Бузескул. О доселе неизвестном описании России времени Иоанна Грозного . 145
18. Проф. А. Ф. Евтихийев. Административное районирование на Западе . 147

(Продолж. на обороте).

Народный Комиссариат
Просвещения.

Пролетарии всех стран,
соединяйтесь!

НАУКА НА УКРАИНЕ

ОРГАН НАУЧНОГО КОМИТЕТА
УКРГЛАВПРОФОБРА.

№ 3.

ИЮНЬ.

ХАРЬКОВ.

1923.

69

19. Проф. И. А. Сухоплюев. Свобода совести по германской конституции 1919 г. 158
20. Проф. Н. И. Палиенко. Новейшая эволюция государственноп-правовых форм 163
21. Проф. А. П. Машкин. Очерки литературной методологии 175
22. Проф. Н. П. Жинкин. Литературные параллели к стихотворению Некрасова „Калистрат“ . . . 195
23. Проф. А. С. Вайнфельд. Принцип независимости действия и применение его к геометрическому исчислению 1-ой вариации поверхностного элемента 203
24. Акад. Н. Ф. Сумцов. З приводу книговбiрнi заборонених книжок 209
25. Наука на Западе—Е. С. Завоевания рентгенофизики за послед-

- ние годы. Проф. Б. П. Герасимович. Международные астрономические объединения на Западе. Древняя Этрурия 211
26. Научная жизнь в Сов. Федерации—Проф. Г. Е. Тимофеев. III Менделеевский Съезд в Петрограде. В. К. Институт Советского Права при Московском Государственном Университете. Белорусский Государствен. Университет. К укреплению научных связей 221
27. Научная жизнь на Украине 229
28. Из деятельности Всеукраинского Комитета Содействия Ученым 259
29. Библиография 261
30. В Научном Комитете 281
31. Personalia 282

Заканчивается печатанием новая книга:

Проф. С. Ю. Семковский.

„Марксистская Хрестоматия“.

Пособие для преподавателей и студентов.

СОДЕРЖАНИЕ:

ЖЕЛЕЗНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ СОЦИАЛИЗМА. ♦ Последняя фаза капитализма. ♦ Утопический и научный социализм. ♦ ИСТОРИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛИЗМ. ♦ Историческое развитие элементов Марксова учения. ♦ Дарвин и Маркс. ♦ Природные условия и техника. ♦ Теория базиса и надстройки. ♦ Уточнение теории. ♦ Классы и государство. ♦ ИЛЛЮСТРАЦИИ К ТЕОРИИ ИСТОРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛИЗМА. ♦ СВОБОДА И НЕОБХОДИМОСТЬ. ♦ Роль личности в истории. ♦ ДИАЛЕКТИКА. ♦ ДИАЛЕКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛИЗМ. ♦ МАРКСИЗМ, КАК МИРОВОЗЗРЕНИЕ.

Подготовлены к печати и печатаются:

- Акад. Д. И. Багалій: „Український народний філософ Гр. Сав. Сковорода“ (монографія).
- Проф. В. Я. Данилевский: „Физиология человека“. Краткий курс (перераб.).
- Проф. П. П. Копняев: „Электрические машины постоянного тока. Теория, конструкция, испытания и расчет“.
- Проф. С. Ю. Семковский: „Национальная проблема“, ч. I (из серии: „Марксистские исследования“).
- Его же: „Исторический материализм“. Сборн. ст. Изд. 3-ье
- Его же: „Основы марксизма“. Курс лекций в общедоступном изложении.
- Гельвеций: „Человек—природа—Бог“ (Le vrai sens du Système de la nature). Перевод с лондонского издания 1774 г. Нат. Шер-Семковской с предисловием С. Семковского.

*Пролетарии всех стран,
соединяйтесь!*

НАУКА на УКРАИНЕ.

ОРГАН НАУЧНОГО КОМИТЕТА
УКРГЛАВПРОФОБРА.

№ 3.

Июнь.

1922.

Харьков.

Центральна наукова бібліотека
ХНУ імені В. Н. Каразіна
2013р.

Центральна Наукова

К сведению всех работников науки.

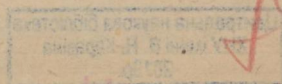
При поддержке Всеукраинского Комитета Содействия Ученым в Харькове организовалось *издательское товарищество научных деятелей на Украине „Наука“*. Учредителями явились ректоры и деканы Харьковских ВУЗ'ов, члены Научного Комитета Наркомпроса, отдельные представители Харьковских научно-исследовательских кафедр. Временное Правление избрано в составе акад. Д. И. Багалея, проф. И. А. Красуского и проф. С. Ю. Семковского.

В задачи товарищества входит издание накопившихся за последние годы у деятелей науки на Украине работ, в первую очередь учебных пособий, особенно для высшей школы, а затем также научно-популярных и научно-исследовательских работ по всем отраслям знания.

Приступая к конкретной разработке издательской программы, Временное Правление настоящим обращается ко всем работникам науки на Украине с предложением в кратчайший срок дать сведения о готовых и подготавливаемых к печати работах. Необходимы точные указания: 1) о характере предлагаемой работы (курс лекций, научное исследование и т. п., с отметкой—впервые-ли печатается, с указанием круга читателей, на который книга рассчитана), 2) о размере в печатных листах (считая печ. лист в 40.000 тип. знаков), с указанием также на возможность издания отдельными выпусками, на наличие чертежей и т. п., 3) о сроке, в который работа может быть представлена в совершенно готовом для печатания виде.

ВРЕМЕННОЕ	{	Председатель Проф. С. Семковский.
ПРАВЛЕНИЕ		Акад. Д. Багaley.
	{	Члены:
		Проф. И. Красуский.

Харьков, Епархиальная 31, II этаж.



Экономические перспективы русско-германского договора в Рапалло.

Пятого октября 1918 года Германия приняла четырнадцать пунктов президента Вильсона, и с того времени началась длинная цепь конгрессов, „свиданий“, соглашений, договоров, имеющих целью установить в Европе равновесие, нарушенное войной. Версальский, Сен-Жерменский, Трианонский и Севрский договоры, соглашения Булонское, в Спа, Парижское (январь 1921 г.), Лондонское (май 1921 г.), Парижское (сентябрь 1921 г.), Лондонское (декабрь 1921 г.), Висбаденское, Каннское (январь 1922 г.), Парижское (март 1922 г.) и, наконец, Генуэзская конференция¹⁾, которая еще не закончилась, пока писались эти строки—все это последовательные этапы по пути достижения одной и той же цели—Reconstruction in Europe, термин, озаглавливающий специальный журнал, посвященный Генуэзской конференции.

Последняя по времени и наиболее значительная по своим задачам и по числу участников, Генуэзская конференция сосредоточила свое внимание почти исключительно на русской и германской проблемах. Не претендуя на роль пророка, все же можно сказать, что Генуя не оправдает благочестивых пожеланий европейских миротворцев, по крайней мере не оправдает их в полном объеме. Даже если не сбудется пессимистический прогноз Кейнса о бесплодности конференции²⁾, все же основной замысел, вдохновлявший инициаторов конференции—консорциум, где Германия играет роль исполнителя в деле эксплуатации России, если не совсем рухнул³⁾, то во всяком случае получил жестокий удар именно в Рапалльском договоре.

Полный русский текст этого договора напечатан в № 102 (от 10-го мая 1921 г.) московских „Известий Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета“⁴⁾ и в общем известен, так что мы не будем задерживаться на его дословной передаче. Договор состоит из пяти основных статей, причем первая, наиболее длинная статья договора, имеет целью „регулировать“ разногласия между Германией и Российской Советской Республикой по вопросам, возникшим за время состояния этих государств в войне“, и содержит взаимный отказ от

1) Здесь не названа Вашингтонская конференция, цели которой выходили за границы задачи по восстановлению Европы.

2) Corriere dellasera, 11 aprile 1922. Статья Keynes'a „L'arduo compito delle Nazioni a Genova“. В конце статьи Кейнс говорит: „Genova è una massa confusa e poco maneggevole. Essa potrà risolversi in un disastroso fallimento o, più probabilmente, in una cosa tediosa e sterile“.

3) Так смотрит на дело автор статьи „Concessions in Russia for Germany“, помещен. в Manchester Guardian (от 20 апр. 1922 г.). Он говорит: „The treaty with Germany practically kills the idea of an international consortium, of which Germany was to be the instrument, in the exploitation of Russia“.

4) Немецкий текст можно найти в газ. „Der Welthandel“, номер от 21 апр.

возмещения военных расходов, военных убытков, убытков от исключительных военных законов и насильственных мероприятий государственных органов, от расходов на военнопленных и нек. др.

Статья вторая устанавливает односторонний отказ Германии от претензий, „вытекающих из факта применения до настоящего времени (курсив наш) законов и мероприятий РСФСР (Sowjet-Republik по немецкому тексту), к германским гражданам и их частным правам, равно как и к правам Германии и германских государств в отношении России, а также от претензий, вытекающих вообще из мероприятий РСФСР или ее органов по отношению к германским гражданам или их частным правам, при условии, что правительство РСФСР не будет удовлетворять аналогичных претензий других государств“.

Третья статья говорит о восстановлении консульских и дипломатических отношений между Германией и РСФСР.

Четвертая статья устанавливает принцип наибольшего благоприятствования ¹⁾ и, наконец, пятая статья содержит следующую формулировку:

„Оба правительства будут в добровольном духе взаимно итти навстречу хозяйственным потребностям обеих стран. В случае урегулирования этого вопроса на международном базисе, они вступят между собой в предварительный обмен мнениями. Германское правительство об'являет о своей готовности оказать возможную поддержку сообщенным ей в последнее время проектируемым частными фирмами соглашениям и облегчить проведение их в жизнь“.

Из этих статей вырисовывается достаточно об'ем тех отношений, которые были урегулированы русско-германским договором в Рапалло. Достаточно отметить с русской стороны отказ воспользоваться возможностями, предоставленными России в отношении Германии ст. 116 Версальского договора; отказ Германии (правда, условный) от претензий в связи с теми убытками, которые были причинены Германии или ее подданным политикой национализаций и т. п.; немедленное возобновление дипломатических и консульских сношений и признание (с небольшой оговоркой) принципа наибольшего благоприятствования в сношениях этих двух стран—вопрос очень спорный и нередко разрешаемый в отрицательном смысле; наконец, последний, пятый пункт, правда, сформулированный достаточно обще, но несомненно, содержащий намеки на ту систему международных отношений между Россией и Германией, которая вытекает с неизбежностью из Рапалльского договора.

Несомненно, именно этот пункт внушил представление о том, что определенные экономические отношения в солидном масштабе уже конкретно наметились между Россией и Германией: с нашей стороны предоставление концессий, со стороны Германии—финансовая организация ²⁾.

Таким образом, здесь, в этом пункте мы имеем разрешение не эпизодических (хотя и очень важных, конечно) вопросов, не только созданных войной, но и носящих специфический военный характер (как,

¹⁾ За исключением льгот, представленных другой советской республике или государству, бывшему прежде составной частью бывш. Российской империи.

²⁾ Корреспондент Manchester Guardian (20 апр. 1922 г.) пишет: „I understand from a reliable source that Russia is granting Germany very important mining and industrial concessions, not mentioned in the treaty. I also understand that Germany will seek financial help for whatever enterprise she may undertake in Russia not from the Allies, but from neutral countries, practically from Holland and Switzerland“.

например, в первой статье договора), а именно начало нормальных экономических отношений между двумя сторонами, интенсивно развивавшихся до войны, прерванных войной и обещающих еще большее упрочение и развитие в связи с той обстановкой германского и русского народного хозяйства, которая была создана именно войной.

Германия и Россия взаимно необходимы, и с этой точки зрения никто не мог бы представить возражений против Рапалльского договора; даже в самый разгар борьбы против русско-германского соглашения оппоненты не могли выдвинуть против него возражений экономического характера и возражали против него с политической и военной точки зрения¹⁾. Конечно, это, разумеется, не исключает того факта, что действительная причина нападок на договор лежит в области экономической, но эти нападки, если бы они были сформулированы до конца даже в хозяйственной плоскости, не могли бы привести к отрицанию именно естественности и необходимости русско-германского договора.

Прежде всего этот тезис может быть выдвинут с точки зрения до-военного товарообмена нашей внешней торговли. В этой области главное значение имели две страны—Германия и Великобритания.

Наш вывоз (по ценности) в эти страны развивался таким образом. Вывоз русских товаров в Германию, по отношению к общей ценности нашего вывоза, составлял: в 1898—1902 гг.—24,7%, в 1903—1907 гг.—24,8%, в 1908—1912 гг.—28,6%, в 1912 г.—29,9%. Те же цифры для Великобритании: 20,6%, 22,0%, 21,3% и 21,6%. Несомненно, преимущество динамики вывоза на стороне Германии, особенно если принять во внимание, что свыше 10% (даже до 12%) нашего вывоза направлялось в Голландию, которая является транзитной страной между нами и именно Германией по преимуществу.

Привоз заграничных товаров в Россию до войны шел также преимущественно из Германии и Великобритании (до 60% всего привоза), причем и здесь наибольшую динамичность обнаруживала именно Германия: привоз товаров из Германии в Россию составлял в 1898—1902 гг.—34,6% общей ценности привоза, в 1903—1907 гг.—37,2%, в 1908—1912 гг.—41,6%, в 1912 г.—47,5%²⁾.

Германия ввозила в Россию, преимущественно, изделия фабрично-заводской промышленности и сырые и полуобработанные материалы: две трети потребности России в иностранных товарах этого рода покрывались Германией, почти половина стоимости всего германского ввоза в Россию приходилась на фабрикаты. С другой стороны, Германия была главным покупателем вывозившихся из России жизненных припасов и сырых и полуобработанных материалов.

В итоге выявляются следующие основные черты до-военной русско-германской торговли:

- 1) Торговые сношения России с Германией были более развиты и выражались в более крупных цифрах, чем товарообмен с другими странами.
- 2) Россия снабжала Германию жизненными припасами, Германия снабжала Россию фабрикатами.

¹⁾ См. цитированный выше номер „Der Welthandel“, передовую статью, а также „Manchester Guardian“ (18 апр. 1922 г.), статья „A Russo-German Treaty“, где признается, „that Germany should take the lead in the restoration of Russian economic life is natural and proper, for she has the best technical and geographical advantages“.

²⁾ См. издания Статистического отделения Департамента таможенных сборов: „Внешняя торговля России по Европейской границе“ и „Обзор внешней торговли России по Европейской границе“ за ряд лет.

3) В отношении сырых и полуобработанных материалов происходил взаимный обмен необходимыми товарами, причем Россия давала гораздо менее, чем получала ¹⁾.

Кроме обмена товарами, наши до-военные отношения с Германией имели место также в области инвестирования капиталов. Довоенное положение этого вопроса, на основании известной книжки И. И. Левина, можно представить в следующем виде: ²⁾

Под влиянием соседства Россия (и Польша) сначала питалась, преимущественно, германскими капиталами. Это положение до войны определенно менялось в неблагоприятном для германских капиталов смысле, увеличивался приток иностранных капиталов в Россию, преимущественно французских и английских. Однако, при этом замечается определенная разница в характере инвестирования капиталов германских, с одной стороны, и французских и английских капиталов—с другой.

„Французы и англичане дают нашей промышленности капиталы, получают взамен обязательства; мы им выплачиваем ежегодную ренту, при этом личных отношений, личной зависимости нет. Напротив, немцы сами учреждают предприятия в России, сами ведут их—полная противоположность предыдущей безличной форме“.

Вследствие того процесса, который явственно стал обнаруживаться у нас к концу предвоенного периода—процесса преобладающего влияния банкового финансового капитала—у нас, по заключению И. И. Левина, „общая тенденция наметилась ярко: значение немецких капиталов в России уменьшается“.

В трактовании И. Левина этот вопрос приобретает форму вопроса о „желательности“ притока в Россию капитала той или иной национальности, причем, обсуждая этот вопрос с точки зрения интересов отечественной буржуазии, Левин приходит к выводу, что „приток германских капиталов для России менее выгоден и желателен, чем французских и английских“.

Здесь мы находим нотки того „патриотического“ настроения, которое характеризовало некоторую часть нашей печати в виду предстоящего пересмотра русско-германского торгового договора, а затем в виду войны с Германией ³⁾.

Такая постановка вопроса вырисовывает нам организаторски-производственную роль германского капитала в России.

Если попытаться в одной общей формуле охарактеризовать экономические взаимоотношения России и Германии до войны—получим следующее: *Россия и Германия до войны были связаны экономически более тесно, чем Россия с какой-либо другой страной. Эта связь имела место как в области товаров, так и капиталов. Россия давала Германии жизненные припасы, получала из Германии фабрикаты и организацию промышленности со стороны импортируемого Германией капитала (правда, это последнее—гораздо меньше, чем из Англии и Франции).*

Война внесла много изменений в положение Германии. Главнейшие факты и цифры, касающиеся этого вопроса, были перечислены в

¹⁾ См. Д. Предтеченский „Русско-германская торговля в довоенные годы“ („Эк. жизнь“, 3 мая 1922 г., № 96).

²⁾ И. И. Левин „Германские капиталы в России“ СПб, 1914.

³⁾ Особенно ярко это направление сказалось в брошюрах проф. И. М. Гольштейна: „Русско-германский торговый договор и следует ли России быть „колонией Германии“ (Москва 1915 г.), „Немецкое иго и освободительная война“ (Москва, 1915 г.) и др.

нашей статье („Современное мировое хозяйство и его проблемы“), напечатанной в № 2 журнала „Наука на Украине“. Три главные фактора экономической мощи Германии были разрушены Версальским договором: 1) ее морская торговля (торговый флот, колонии, помещение германского капитала за границей и т. д.); 2) добыча угля и железа и та индустрия, которая развилась на этом основании; 3) германская транспортная и тарифная системы.

Осталась поразительная структурная высота германской промышленности, ее мощная организация, понемногу начинающая приобретать те новые формы, которые окрещены характерным термином *Konzern Kapitalismus*. Работа этого совершенного производственного аппарата тянется к использованию тех потенциальных богатств, которыми располагает Россия. Утрата Саарского бассейна и Лотарингии может быть компенсирована в области горной промышленности на Украине. Не даром и до войны так энергично развивался экспорт нашей железной и марганцевой руды именно в Германию¹⁾, не даром цитированный выше корреспондент *Manchester Guardian* говорил о получении Германией у нас именно горных концессий.

Таким образом *послевоенные изменения в промышленности Германии создают предпосылки для еще более тесного союза ее с Россией*. В том же направлении работает такой фактор, как низкий курс германской марки, форсирующий ее заграничную торговлю, а Россия, как рынок сбыта германских товаров, определенно вырисовывалась еще в до-военной мирово-хозяйственной конъюнктуре.

Конечно, характеризуя такими чертами послевоенную конъюнктуру в отношениях между Германией и Россией, не следует думать, что дело ограничится пределами экономической связи только России и Германии. Конечно, Англия также будет втянута в комбинацию. Английский флот, изумительная финансовая организация, все растущая заинтересованность английского капитала в русских делах²⁾ и т. п.— все это делает неизбежным вступление великобританского капитала в отношения между Россией и Германией, как торговца и источника финансовых ресурсов. Без международного консорциума невозможно восстановление хозяйства Европы, а международный консорциум немислим без участия Англии.

С этой точки зрения надо установить известное понимание того положения, которое было выставлено в цитированной выше статье *Manchester Guardian*: русско-германское соглашение не „убивает“ идею международного консорциума (как говорит автор статьи „*Concessions in Russia*“), но лишь заставляет этот консорциум (где руководящая роль, несомненно, будет принадлежать Великобритании, а затем Франции) считаться с тем фактом, что Россия и Германия *уже* договорились, *уже* связались экономическими отношениями, что усиливает позицию Германии и России при том будущем торге, который должен определить актив и пассив названных стран в консорциуме. Такое усиление позиции очень и очень необходимо теперь как той, так и другой стороне.

Таким образом, соглашение с Германией—первый серьезный шаг по пути вовлечения нас в процесс экономического восстановления

¹⁾ И непосредственно, и через Голландию, которая и в данном случае играет роль страны-посредницы между Россией и Германией.

²⁾ Эта заинтересованность, между прочим, сказывается в той оптимистической оценке русской экономики, которую мы находим в ряде статей лондонского „Экономиста“ под названием „*Russian Problems*“ (особенно в номере от 15 апр. 1922 г.), а также в цитированном выше издании „*Reconstruction in Europe*“ (статья „*Notes on the Russian Rouble*“).

Европы, шаг, правда, очень крупный, но не единственный и не последний. Надо думать, что германский капитал, при его теперешнем пришествии в Россию, прежде всего будет искать точек приложения в тех областях экономической деятельности, где он уже работал до войны. Это — момент очень интересный в теоретическом отношении. Предвоенная экономика, ее распределение экономических связей и отношений обыкновенно является тем базисом, от которого отправляются при построении и регулировании современных экономических отношений, идет ли вопрос о поисках устойчивого расчетного модуса, о правильной системе районирования и т. п. Здесь сказывается не только момент психологического характера, не только стремление отдохнуть на „нормальных“ до-военных отношениях, но также тот несомненный факт объективно-экономического характера, что до-военная экономика имеет твердый технический базис в до-военном основном капитале, который в основном и наиболее важно существует и в настоящее время.

Обращаясь к до-военному инвестированию германского капитала в России, мы получаем такую систему этого инвестирования (на основании той же книжки Левина):

А. Долгосрочные средства. а) Облигации. 1) Государственные займы. В этом отношении Германия не имела на русском рынке особенно существенного значения: Германии принадлежала известная роль в русских займах в середине 19-го столетия, особенно после русско-турецкой войны, лишившей нас английского рынка, и в начале двадцатого века, причем, однако, перед последней мировой империалистической войной значение Германии падало, т. к. германская экономическая жизнь, нервированная политическими событиями (мароккский инцидент, балканские войны), характеризовалась выбрасыванием на рынок иностранных ценностей. Франция и Англия были основными поставщиками капиталов для покупки наших государственных займов. В этом отношении разница между Францией и Германией особенно яркая: Франция выбрасывает эмиссию за границей, Германия потребляет ее внутри страны. В период времени 1906—1911 гг. французская эмиссия, в среднем, составляла 3,5 миллиардов марок, из них на заграничные ценности приходилось 78⁰/₁₀₀; германская эмиссия в тот же период времени составляла почти 3 миллиарда марок, из них за граница поглощала лишь 11⁰/₁₀₀¹⁾. 2) Гарантированные облигации железных дорог. Итоги германских капиталов в германских облигациях частных железных дорог (руководствуясь при этом официальным местом размещения облигаций) приведены Левиным в цифре 628.422.076 р., причем опять-таки эволюция здесь состоит в том, что французский и английский капиталы начинают энергичнее работать в этой области, чем капитал германский. 3) Городские займы вызывают представление о господстве иностранных капиталов, именно германских. Главная масса займов (по данным 1913 г.), правда, помещена в Брюсселе (212 мил. руб.), но затем следует Берлин (170,7 миллион. руб.) и за ним уже идет Париж (154,9 мил. руб.). Однако, и в этом отношении эволюция последних лет до войны складывается благоприятнее именно по отношению к Лондону и Парижу, чем к Берлину. 4) Облигации торгово-промышленных предприятий. Иностранные капиталы мало интересуются облигационной формой инвестирования в промышленности и предпочитают форму акций. Во

¹⁾ Helfferich „Deutschlands Volkswohlstand 1838—1913“, из предисловия к IV-му изданию.

всяком случае роль Германии в этих ценностях очень незначительна.

б) Акции. 1) Коммерческие банки. В первый период притока иностранных капиталов в русское банковое дело роль германского капитала была значительна. Однако, 90-е годы приносят с собою усиление французского влияния, а в последние годы перед войной английский капитал очень интересуется русским банковским делом. Если обратиться к данным последнего предвоенного (1913) года и определить те банки, акции которых котируются в Германии, получим 9 банков¹⁾ с основным капиталом в 228 мил. руб. Однако, и в этом отношении Левин отмечает растущее влияние именно парижской биржи, подобно тому, как аналогичные указания об этом были сделаны выше. 2) Промышленность. Это—наиболее интересная тема в нашем изложении, и потому именно здесь особенно уместным представляется подчеркнуть все методологические трудности подсчета чужих капиталов, работающих в данной национальной промышленности. Все цифры и подсчеты здесь имеют лишь относительное значение, абсолютные итоги не могут являться прочным основанием для каких-либо определенных выводов.

Общие итоги предвоенного помещения иностранных капиталов в России дают такие выводы. Первое место в этом отношении занимает Франция: ее капитал, работающий в России, определяется в 140,5 мил. рублей; затем следует Бельгия (114,5 мил. руб.) и Англия (96,24 мил. рублей). Германия занимает четвертое место (25,19 мил. руб.). И здесь, в области промышленной эмиссии, молодой германский капитал предпочитал работать в своей промышленности, как это свойственно всем странам молодого и восходящего капиталистического развития.

Б. Краткосрочный кредит—кредиты, оказываемые русским банкам со стороны заграничных банков. В этом отношении приводимые И. Левиным цифры „высшего кредита“, оказанного русским коммерческим банкам со стороны иностранных банковских учреждений, свидетельствуют о значительной роли Германии: по данным 1912 года, правда, на первом месте стоит Франция (121,08 мил. руб.), но второе место уже занимает Германия (53,13 мил. руб.), а Великобритания стоит на третьем месте, после Германии.

Приведенная выше характеристика инвестирования в России германских капиталов, сравнительно с французскими и английскими, несомненно, дает основание к тем выводам, которые уже были отчасти намечены в предыдущем изложении: *для нас Германия может иметь преимущественное значение в области товарного (а не капитального) обращения и как организатор промышленности; финансовую „помощь“ придется ожидать из других источников.* Германия и до войны не могла, и в настоящее время не может инвестировать свои капиталы за границей; здесь не обойтись без Англии, которая все более и более заинтересовывается русским рынком и русской промышленностью. Таким образом, для восстановления России и Европы, поскольку сохраняются капиталистические отношения, будет выдвинут международный консорциум, но перед ним стоят уже не изолированная Германия и изолированная Россия, а Германия и Россия, уже заключившие Рапалльское соглашение.

П. Фомин.

¹⁾ Азовско-Донской коммерческий банк, коммерческий банк в Варшаве, СПБ учетный и ссудный банк, СПБ международный коммерческий банк, Русский коммерческий банк, Русский для внешней торговли банк, Сибирский торговый банк, Варшавский учетный банк, Торговый банк в Лодзи.

Полевод-опытник в современных условиях.¹⁾

В настоящее время в опытном деле, как и во многих других сторонах жизни, мы переживаем острый кризис во многих отношениях: недостаток материальных ценностей создал огромные тормазы в нашей работе, но недостаток надлежаще подготовленных опытников—губит это дело, приостанавливает его нормальный рост, дальнейшее развитие.

В истории развития нашего опытного дела до сих пор мы имели два пути подготовки работников по опытному делу. С одной стороны, окончившие высшую школу оставались некоторое время при школе же, где и получали свое дальнейшее развитие, свою научную подготовку и лишь затем шли на опытное учреждение (*В. В. Винер, Р. Р. Шредер, Н. М. Тулайков* и др.). С другой—окончившие высшую школу сразу переходили на работу в опытной организации, там получали шлифовку, свою подготовку к самостоятельной работе (*В. Г. Ротмистров, Ф. Г. Яновский, Б. Н. Рожественский, С. Ф. Третьяков, В. И. Сазанов, С. К. Чаянов* и др.). Наконец, имеется еще у нас и третий тип опытника,—иностранца, научно развившегося в чуждой нам обстановке и уже только затем прикоснувшегося к русской почве и оплодотворившего ее светом своего знания и таланта (*С. Л. Франкфурт, А. И. Стебут*).

Все это—славные имена, вписавшие яркие страницы в историю опытного дела у нас. Однако, все они выходили на работу в моменты, когда количество опытных учреждений во всей России можно было пересчитать по пальцам, когда средства, отпускаемые на работу, были совершенно ничтожны. В этих условиях работа поистине была сущим подвижничеством.

Зародилось опытное дело на Руси давно, еще в 60 г.г. прошлого столетия, но только с 28 октября 1884 г.—дня основания нашего российского Ротамстеда²⁾, красы и гордости российской агрономии, Полтавского опытного поля, мы в сущности можем говорить о начале строительства в деле опытного изучения нашей страны. На минутку только представьте себе всю необъятную ширь России и на всем этом беспредельном почти море земли одна утлая ячейка опытного изучения основного промысла нашего народа—земледелия. Достаточно сказать, что заложение этого первого борца за лучшую долю кормильца страны стало возможным лишь после того, как в 1882 году Полтавское губернское земство ассигновало с.-х. О-ву на организацию опытного поля 5000 руб. и ежегодно на его содержание 2500 руб.

Судьба этого пионера опытного дела на долгие годы определила собою аналогичную судьбу и ряда других опытных учреждений России. Лишь попутно упомяну, что создатель другого, нового типа опытных учреждений,—сети опытных полей, проф. *А. Е. Зайкевич*, положил основание этому делу своей лекцией в Киеве, на „контрактах“, причем сотрудники Зайкевича ходили между слушателями с шапками и собирали добровольные даяния на это большое и важное дело. А что же делала казна, как она пеклась о пользах и нуждах России?

¹⁾ Речь при открытии Харьковских курсов по опытному делу в полеводстве 26-IV—1922 г.

²⁾ Ротамстед—старейшая опытная станция в Англии.

В 1884 году, по ходатайству Полтавского с.-х. О-ва министерство госуд. имуществ отпустило ему единовременно 1500 руб. и некоторую сумму постановило отпускать ежегодно. Но вот грянул гром! В 1891 году Россию посетило обычное и очередное горе. Голод охватил значительную часть ее пространства. Своими костлявыми руками он потряс весь организм России и в который уже раз напомнил, что земледелие не только основной промысел огромной массы населения России, но что и самое бытие и развитие государства покоится именно на этом промысле. Во главе департамента земледелия в то время стоял выдающийся представитель нашей агрономии, проф. П. А. Костычев.

Исходя из того положения, что урожай зависит от комбинации естественно-исторических условий, что в России они не изучены, Костычев и проектировал разделить Россию на районы, устроить в каждом районе опытную станцию и главной задачей ее поставить изучение этих факторов.

Предполагалось открыть 8 районных опытных станций: четыре в черноземной и четыре в нечерноземной России. Из всего этого количества удалось осуществить только четыре: Запольскую, Батищевскую, Костычевскую и Шатиловскую. Резко различна судьба этих опытных станций. Пожалуй, наиболее ярко она проявилась на Костычевской (раньше Валуйской) опытной станции. Оторванная от культурных и даже населенных пунктов, загнанная в далекую глушь самарских степей, эта станция не только не была известна населению, служить которому она была призвана, но даже и нам, постоянно интересующимся этим делом, больше была знакома лишь по деятельности ее первого директора, В. С. Богдана. Потребовался не только недюжинный талант Богдана, но буквально самопожертвование этого выдающегося деятеля для того, чтобы дать России житняк и наметить ряд других, отвечающих району растений и приемов их культуры.

После страшной голодовки 1891 года наступили годы более или менее благополучные в этом отношении, и снова инициатива выпадает из рук центра и переносится на места, где главным образом земства, с.-х. О-ва, а также культурные хозяева устраивали ряд опытных учреждений, многие из которых существуют и до сих пор. Потребовалась буря иного порядка, дабы привлечь сюда внимание центра. Революция 1905 г. и в опытном деле была началом пышного развития и роста вширь как числа опытных учреждений, так и оборудования их. Естественно, что это вызвало усиленный спрос на работников. Вначале он удовлетворялся случайно, но затем съездами опытников был намечен путь практиканчества, как институт подготовки на деле нужных деятелей. Как раз этот момент, признаем, некоторой острой борьбы опытников с существующей высшей школой, дал нам термин „горшечный“ агроном, как символ оторванности от жизни, до некоторой степени непригодности для нее. Но этот гордый как бы вызов в сторону „теоретиков“ со стороны теоретиков-практиков в самой основе своей нес зачатки болезни, дальнейшее развитие которой в конце концов здесь у нас, в Харькове и привело к организации этих курсов опытного дела по полеводству. Однако, их строй и программы не будут правильно поняты и по достоинству оценены без некоторого экскурса в сторону самого характера работы опытных учреждений. Поэтому считаем необходимым вкратце остановиться и на этом.

Когда приступаешь к изучению области вопросов, до сих пор не затронутой, где все—вопросы, там везде, во всех областях человеческого знания применяется один и тот же метод изучения, который

нельзя иначе назвать, как веерообразным. Из сущности вопроса, как его центра, во все стороны веерообразно выпускаются щупальца-разведчики, которые дают возможность исследователю охватить интересное его явление по возможности со многих сторон. В результате такой работы обычно и намечаются наиболее важные пункты, опираясь на которые уже и возможно будет строить те или иные мероприятия технического характера. И мы видим, что в программах первых по времени опытных учреждений и стоят вопросы именно такого порядка. Исходя из широко распространенного в жизни взгляда, что урожай растений в наших русских условиях зависит в первую очередь от влаги, и Полтавское, и Херсонское опытные поля на первый план и выдвинули вопросы о сбережении и наиболее экономном использовании влаги. Но наряду с этим основным вопросом здесь же изучались и изучаются и вопросы удобрения, и кормовые травы, вопросы севооборота. К этому сплошь и рядом прибавлялась работа в вегетационном домике, а иногда и в лаборатории. Если же вспомнить, что всю эту колоссальную научную работу, плюс еще заботы хозяйственного порядка, плюс общественные запросы и работы, несли обычно один, максимум два человека, то станет понятным, что, во-первых, это уже не научная работа, а подвижничество, а во-вторых—от такой разброшенности страдала в значительной степени уже и сущность работы. Стоит только представить себе талантливому и добросовестному работнику, который со всею тщательностью ежегодно собирает гору материала по самым разнообразным вопросам, как нам станет ясной картина условий и характера работы современного опытного, вынужденного сплошь и рядом обстоятельствами делать свои вычисления и обоснования по Wolf'у и Kellner'у. Я не говорю, что эта работа плоха или хороша. Я просто констатирую факт.

Особенно тяжело положение опытного при такой многотемности осенью, при составлении отчета, когда одному человеку приходится писать чуть ли не на 10—15 тем. Результаты такого порядка налицо. Возьмите любой отчет какого-либо опытного поля, и редко-редко где вы встретите ссылку на литературу вопроса, я уже не говорю иностранную, в массе обычно недоступную, но даже и русскую. Каждый отчет более или менее пишется повидимому в предположении, что читателю (это русскому-то) и без автора известно более или менее все по трактуемому вопросу.

Помимо того, что от этого происходит необъединенность работы отдельных опытных учреждений, отсутствие связи и преемственности в них, наблюдается еще и следующее, в высшей степени прискорбное явление: сплошь да рядом наблюдаются ненужные наложения работы, ведущие к излишней затрате интеллектуальной энергии. Вместе с тем такая разбросанность в работе ведет и к другому печальному явлению: она не позволяет исследователю углубиться в тему, дать ей более широкое и глубокое обоснование. другими словами—не дает возможности вести работу научно-интенсивным путем.

Несмотря на это, до настоящего времени работа опытных полей первого призыва, носившая именно такой разведывательный характер—нащупывания наиболее легких и доступных путей к поднятию урожайности наших полей,—дала результаты колоссальной важности и значения. Достаточно сказать, что вопросы сбережения и разумного расходования влаги разработаны, если не исчерпывающе, то, во всяком случае, очень основательно. Широко затронуты вопросы удобрения, способы и время посева, сорта растений, кормовый вопрос и ряд других. По всем этим вопросам мы, в отличие от деятелей конца

прошлого столетия, оснащены столь основательно, что в большинстве случаев, при относительной бесхитростности запросов нашего сельского хозяйства, в состоянии покрыть эти запросы густой, яркой, выразительной схемой мероприятий, сулящих нашему сельскому хозяйству невиданные им радужные перспективы.

Достаточно сказать, что при среднерусском урожае в какие-нибудь 50—55 пудов зерна на десятину, наши опытные учреждения, работая в тех-же естественно-исторических условиях, имеют легкую возможность получать урожаи в 2—3 и более раза превышающие эту среднерусскую величину. Мне кажется, уже одно это дает возможность опытнику с гордостью оглянуться на пройденный путь и сказать: да, я не даром тратил народную копейку, я имею что предъявить по счету издержек на меня и на мою работу. И каждому из нас не трудно понять и по достоинству оценить эту благородную гордость. Ведь каждый лишний пуд в урожае страны—это десятки и сотни миллионов рублей на культурные потребности этой страны. А что сказать о возможности сбора 2-х колосьев там, где до сих пор собирался один, да притом еще такой тощий.

Есть и еще одна сторона дела, которую также опытник может с успехом засчитать себе в актив. Добытые им материалы—основа для обучения сотен молодежи, залога успеха и процветания родины, молодежи—надежды страны. Стоит лишь вспомнить наши учебные годы, когда, изучая земледелие по *Стебуту*, *Габерландту*, *Розенбергу*, *Липпинскому*, мы принуждены были читать, сколь великолепные результаты дает черный английский пар где-либо в Померании или Девоншире, а ланские фосфориты—в каких-то пустошах Франции. Все это было очень интересно и занято для изучения. Но когда каждый из нас пытался применить это к родной почве, к местным условиям, то сейчас-же сплошь да рядом наталкивался на множество непреодолимых препятствий, вроде того, что черный пар, да еще английский, нечем было делать: не было ни лошадей, ни орудий, а русский фосфорит, в отличие от ланского, повел себя самым капризным образом, вполне на французский манер: то он действует, то не действует, и Бог весть почему.

Повторяю, и в этом отношении мы сейчас, благодаря научно-исследовательской работе ряда кафедр с одной стороны, и работе опытников—с другой, поставлены в более благоприятные условия. Правда, не все мы одинаково смотрим и оцениваем работу опытников. Есть среди нас представители, которые, хорошо зная недочеты, а иногда недостатки работы на опытных учреждениях, машут на них рукой, считая эту работу не научной. Но жизнь и этих людей иногда очень зло вышучивает: и они вынуждаются иногда ставить опыты по столь несовершенному методу полевого опыта, правда—не сами, а через студентов, неподготовленных к этой работе, и, следовательно, в силу этого еще более несовершенные. Но есть более здоровое направление критики работ опытных учреждений, направленное к усовершенствованию этой насущно-необходимой работы.

Уже в самой разбросанности, веерообразности работ опытника, до сих пор лежит залог, я бы сказал, экстенсивности его работы. Этот путь, приведший к столь блестящим результатам, как он не раз и в других областях духовной деятельности человека приводил его к подобным же результатам, к сожалению, не может применяться бесконечно. На некоторой ступени развития, разработки вопросов он уже не в состоянии дать что-либо новое, а ведет уже к топтанию на месте, пережевыванию старого.

Достигнув известного идеала, сравнительно очень высокого среднего урожая, опытные учреждения не успокаиваются и не успокоются на этом, а будут и должны искать новых путей к поднятию урожая на еще большую высоту, к удешевлению его производства и приданию ему большей устойчивости. В этой следующей стадии работы прежний подход к делу уже мало что обещает дать. И уже во всяком случае таких резких эффектов, какие мы привыкли иметь в одних случаях от обработки почвы, в других—от удобрения, едва-ли вскоре можно дожидаться. Повидимому, история германского земледелия в этом отношении повторится и у нас. Если там до самой последней войны рост урожайности шел гигантскими шагами, причем до 50% повышения урожаев приписывается удобрениям, а затем пришлось перейти к тихой, медленной, но неуклонно подвигающейся вперед сапе, так и нам вероятно придется пережить по крайней мере последнее в ближайшем будущем и главным образом, если не исключительно, на опытных станциях. Все дело в том, что Россия, Украина—это совсем не то, что Германия и другие страны Запада. Если там самонаимейшее завоевание теоретической мысли очень быстро и более или менее широко ассимилируется населением, то у нас горы прекрасных приемов, способных удвоить и утроить наши нищенские урожаи, пока спокойно лежат на местах их получения, к сожалению сплошь да рядом в необщедоступном (неотпечатанном и не сведенном) виде. Если передовые сельскохозяйственные круги у нас не очень-то отстают от всемирного течения научной мысли в данной специальности, то масса, основа жизни и благополучия страны, еще очень и очень далека от всего этого. И нельзя, ведь, сказать, чтобы кто-либо был виноват в этом. Просто не ощущалось нужды во всем этом прекрасном и, казалось-бы, необходимым.

Вспомним, что ряд казенных опытных станций влачил жалкое существование, тогда как общественное опытное поле (Полтавское, Херсонское, Одесское), цвело, развивалось, работало. Отчего, почему? Таков уже закон жизни. В последнем случае группа просвещенных лиц, группировавшихся около Полтавского О-ва с. х., интересовалась всеми этими вопросами, тем самым поддерживая дух и интерес работников опытного дела; в первом эти обстоятельства почти полностью отсутствовали. Почти до самого последнего времени так обстояло дело с широкими народными массами. Но уже перед войной мы наблюдали широкое недовольство народа условиями своей жизни и существования. То там, то сям проявлялись наружу искания в этой области. В частности, и опытная станция начала привлекать к себе в последнее время массового посетителя, который зорко всматривался в то, что натворили паны. А наши еженедельные журналы с каждым № приносили нам известия о том, как в том или ином углу нашего обширного отечества уже пробудился интерес к улучшению техники земледелия, о том, какие богатые результаты получаются от применения выработанных опытными станциями приемов. Казалось, вот-вот осуществляются чаяния передовых с.-х. кругов о широкой волне прогресса, охватившей широкие народные массы. Казалось, мы уже стоим у преддверия великого народного переворота в этом отношении...

Война, расшатавшая и без того слабый хозяйственный организм, грозный революционный шквал, пронесшийся над страной, разруха, последствия которой мы все так остро и живо ощущаем, и где-то внизу—внизу от той вершины, куда так смело, живо и самоуверенно начинало уже восходить наше сельское хозяйство, ковыряет кое-кто верной и неразлучной Андреевной—сошкой кленовой мать-сыру землю.

Но будем верить, что глубоко взрытые, местами взорванные природные толщи дадут свежие, сильные более, чем прежде, ростки новой жизни и уже не за горами то время, когда все накопленное опытником растечется, с одной стороны, вверх, в школу—одним мощным ручьем, в виде объемистых сводок и обработок накопленного материала, а с другой—вниз, в широкую жизнь, подобно мощному потоку, скатившемуся с вершины на ровную долину и разбившемуся на миллионы ручейков. Земля впитает, переварит и усвоит их, тем самым сняв с пьедестала идеал опытника—„высокий урожай“. Вырастут, на удобренной и обогащенной таким образом почве, новые, более повышенные требования, к самому опытнику направленные. И горе ему, если он не учтет этой возможности, если он не подготовится к этому. Да этого и быть не может по самой сущности опытного дела.

Положение его сейчас, однако, резко отлично от положения опытника до-военного периода. Если тогда еще во многих и многих углах России можно было с успехом перепевать, несколько на новый лад, старую Полтавскую программу, с ее видами пара, глубиной вспашки, удобрением, сортами, способами и временем посева, то теперь многое изменилось в этой области. Картина действия этих китов опытного дела во многих и многих местах уже уяснена, остались неразъясненными лишь детали дела. Настало время сказать новое, мощное слово и здесь. Я не принадлежу к кругу тех лиц, которые думают (*А. И. Стебут*), что наше южное опытное дело сказало все, что могло сказать. Я думаю, наоборот, что оно многое еще может дать земледелию. Трудно только теперь рассчитывать на бьющие эффекты. Но ведь подлинная жизнь состоит не из ряда эффектных, а мелких, будничных переживаний. Но несомненно, обстановка и условия работы опытника усложнились колоссально (я все время разумею его работу в области полеводства; животноводство, огородничество, садоводство и т. д. переживают еще первые этапы своего развития). Работать успешно можно лишь после основательной и широкой теоретической подготовки. Меняется и самый характер работы. Требуется широкий научный кругозор, дабы вовлечь в свою работу по возможности многостороннее освещение вопроса. Требуется, одним словом, известная школа в работе.

Такой подготовки, такой широты взглядов ни одна школа не дает и в современном ее строе и дать не может: специальная—потому, что в ней очень слабо поставлены естественно-исторические дисциплины, университет же, во-первых, не существует, по крайней мере на Украине, а существовавший мог сравнительно мало дать специальных знаний. Не могу, однако, умолчать об одном в высшей степени характерном явлении, чрезвычайно существенном для круга обсуждаемых здесь вопросов. Университет *Ротмистров* дает свой оригинальный почвенный бур, дает новый совершенно оригинальный метод изучения корневой системы. А ведь создание метода—это половина работы.

Не удовлетворяет подготовке опытника нового типа и институт практиканчества в силу неблагоприятных сторон работы практиканта на станции (недостаток теоретического материала, занятость обычными шаблонными работами и т. п.). И жизнь это остро почувствовала, ответивши на это, с одной стороны, открытием в Петрограде специального постоянного высшего учебного заведения по опытному делу, а с другой стороны—временными организациями курсов по опытному делу, одного типа в Москве и другого здесь, у нас в Харькове.

С.-х. Институт опытного дела при Российском Ученом Комитете Наркомзема—высшее ученое и учебное установление, имеющее задачу

подготовку деятелей в области опытного дела вообще. Курс длится 2 года. Стаж слушателей—окончание высшего учебного заведения (включая и университеты). Характер обучения—лекции, с преобладанием практических занятий, семинариев, рефератов, но главным образом участие слушателей в работах бюро ученого комитета, а также выполнение самостоятельной научной работы.

Чрезвычайно интересный и плодотворный замысел, правда, не оригинальный, так как пример подобного учебного заведения мы имели в проекте Бессарабского агрономического Института. О работе Института сведений у меня нет.

Зимой 1920—21 г. в Петровско-Разумовском (Москва) состоялись, если не ошибаюсь, 2-х месячные курсы по опытному делу. Это уже совершенно оригинальная организация. Достаточно сказать, что в чтении лекций приняло участие, если не ошибаюсь, 31 лектор. Не знаю, сколько там было слушателей. Каждому лектору отводилось *minimum* 2 ч., *maximum* 8—10 час., а обычно 4 часа. Сопоставьте это с продолжительностью курсов и вы получите полное представление о характере этих курсов.

Наконец, наша Харьковская организация до некоторой степени напоминает Петроградский Институт опытного дела, но в то же время и сильно отличается от него. В первую очередь весь курс нашего Института, если можно его так назвать, разбивается на 3 части:

1-е лето слушатели проводят на с.-х. опытной станции, где наряду с курсами общеобразовательного характера (биология, главы почвоведения, фито-и энтомология) они знакомятся с основами опытного дела как теоретически (во вводном курсе), так и практически, при участии во всех решительно работах опытного учреждения, как научного, так технического и административно-хозяйственного порядка. Вместе с тем в семинаре, под руководством заведующего курсами и при участии опытников, разбираются основные моменты строительства и работ опытных учреждений.

Зимой на лекциях, а главным образом в лаборатории, курсисты восполняют свои пробелы в области основных естественно-исторических дисциплин, заканчивают формально свое с.-х. опытное образование (курсы по земледелию и опытному делу).

Наконец, следующее лето слушатели посвящают себя специальной работе на облюбованную тему, одобренную советом специалистов, или на одной из опытных станций, или же в лаборатории какого-либо видного специалиста. При этом вполне возможна работа научно-прикладного или чисто научного характера,—лишь-бы она имела прямое отношение к полеводству.

В заключение мне хочется сказать, что как-бы совершенна ни была та или иная организация дела, без одухотворяющего участия думающего, активно работающего человека она будет пустым местом, кимвалом бряцающим. Всякая организация, даже самая совершенная, сама по себе не может никого научить. Она лишь дает возможности к этому. От вас, от вашей самодеятельности будет зависеть взять от курсов максимум полезного и важного; с своей-же стороны преподавательский персонал курсов охотно вам в этом придет на помощь. В гармоническом сочетании работы—лучшее оправдание просвещенной заботливости и материальных жертв нашего старшего собрата, Всеукраинского Агрономического Общества.

М. Егоров.

Про походження неолітичної культури.

В міру розвитку науки, поруч з її постійною диференціацією, все більше почувається необхідність співробітництва вчених різних спеціальностей. В обсязі археології виникає чимало таких питань, що близько зв'язані з даними геології, бо первісна людина ще в більшій мірі залежала від умов природи, ніж сучасні люди найнижчої культури (так звані дикі народи), а образ або малюнок далеких минулих епох відбудовує нам геологія. Від природних умов, від географічної обстановки залежало і розповсюдження первісної людини (площа так званої ойкумени, себ то заселеної землі, точніше—площа приступної для заселення людиною землі), і увесь побут людини, її господарська діяльність і прогрес її технічної діяльності, навіть її духовна та умислова діяльність.

Відомо і добре доведено фактами, що людина пережила і льодовикову геологічну епоху з її дуже складними природними подіями (в тому числі і межльодовикові епохи), і чотири різних животинних світи, або чотири різних фавни (фавну *Elephas antiquus*, або старовинного слоня, фавну *Elephas primigenius*, або мамута, фавну тундрову, або фавну північного оленя—*Rangifer tarandus* і степову фавну¹⁾, і де-які відміни в окресах суходолів (континентів) і морів (на узбережжях, наприклад, Балтійського і Чорного морів; тому-ж і сама людина змінювалася на протязі доісторичних часів досить значно,—ми вже знаємо принаймні три різних раси первісних людей, а саме—Гейдельбергську расу *Homo Heidelbergensis*, або *Eoanthropos Dawsoni*, *Homo Neanderthalensis*—Неандертальську расу, *M. Boule-Homo primigenius Schwalbe*) і сучасну людину від кінця Мустієрської епохи *Homo sapiens* (не рахуючи вже дрібніших відмін, як Кро-Маньонська раса, негроїдна раса Грімальді й інші).

Залежність первісної людини від природи (що її оточувала), або від тодішньої географічної обстановки дуже ясно виявляється, між иншим, і в ступневім поширенні меж (границь) ойкумени. Згідно з моїми вирахунками за часів стаціонарної льодовикової епохи з існуючих 149 мільонів квадратних кілометрів суходолу (суши) майже 49 мільонів квадратних кілометрів були людині цілком неприступні, бо в Європі і Північній Америці біля 27 мільонів квадрат. кілометрів були зайняті льодовиковою поволокою (суцільним і дуже грубим крижаним морем), а біля 22 мільонів квадрат. кілометрів—гірськими (альпійськими) льодовиками та морськими трансгресіями (наступами або розливами) і уся ойкумена займала не більше, як 100 мільонів квадрат. кілометрів; і справді, сліди найпервісної (палеолітичної) людини маютьсся тільки виключно по-за межами тодішніх льодовикових поволок, льодовиків і морських трансгресій. За часів польодовикової епохи (коли вже настала у людей неолітична культура) площа ойкумени значно поширилася, бо тоді зникли оці льодовикові поволоки, льодовики і трансгресії; ми знаходимо сліди неолітичної людини далеко за межами людини

¹⁾ Перша фавна, крім *Elephas antiquus*, складалася з носорога *Rhinoceros Mercki* і гіпопотама (*Hippopotamus*), коня *Equus Stenoni*, *Trogontherium* і тигра *Machairodus*; друга фавна—з мамута *Elephas primigenius*, носорога *Rhinoceros antiquitatis*, коня *Equus caballus fossilis*, оленя *Megaceros hibernicus*, *Bison priscus*, бика *Bos primigenius*, печерного відмеда *Ursus spelaeus* та риси *Hyaena spelaea*; третя—тундрова фавна складалася з північного оленя *Ranifer tarandus* і лемінга—*Myodes torquatus*; четверта фавна (степова)—з *Spermophilus* (ховраха або суслика), зайця, або лісухи *Lagomys*, земляного зайця, або тушканчика *Aiacaga*, бабака *Arctomys* та сайрака *Saiga*.

палеолітичної, але ця ойкумена була усе-ж менша, ніж за часів так званого „століття великих відкриттів“, себ то менша (згідно з моїми обрахунками) на 132 мільйони квадрат. кілометрів.

Залежність первісної людини від географічної обстанови виявляється також і в дрібницях, наприклад, в тім, що за Магдаленської доби гарпуни (гаки) робилися з рогів північного оленя, а в наступну (пізнішу) Азильську добу з рогів так званого шляхетного оленя, бо тоді північний олень вже зовсім зник в південних географічних ширинах.

При такій тісній залежності первісної людини від природи і географічної обстанови не може бути сумніву, що всі найголовніші події у розвитку її побуту та культури були сполучені з істотними змінами в цій природі і були відбитком або відгуком цих природніх змін; нема сумніву також, що інакше й бути не могло, що всі головніші зміни у природі мусили неминуче відбиватися на побуті первісної людини.

Найголовнішою подією в розвитку первісної культури була безперечно зміна „палеоліту“—„неолітом“, себ то старого кам'яного віку (коли людина ще зовсім не знала вживання металів і виробляла усі свої знаряддя з каменя за допомогою оббивання) новим кам'яним віком (коли вживання заліза та інших металів також залишалось невідомим людині, але знаряддя з каменя вироблялися вже за допомогою шліфування).

Логично думати, що причиною цієї найважливішої події в розвитку людської культури були якісь природні зміни.

Ще на протязі палеолітичної епохи помічається постійний і ступеневий, але надзвичайно повільний прогрес в культурі людей. При тодішніх важких умовах, при суворім підсонні льодовикової епохи, оточений масою небезпечних диких звірів, позбавлений знання, беззбройний проти природи,—чи міг первісний насельник наших, наприклад, українських земель вести skuteczną боротьбу з природою? Чи міг він мати досить дозвілля для швидкого прогресу своєї техніки та побуту? Правда, й тоді мусили бути і напевно були геніяльні люде, дотепні винаходці; але ж не століття,—мабуть тисячоліття протікали, доки здійснювався якийсь визначний крок наперед у техніці і побуті людини, котра була (як і сучасні люде найнижчої культури) дуже консервативною, боялася новин і міцно, уперто дотримувалася старовини. Як найбільші з таких кроків прогресу можна зазначити: на межі Шельської та Ашельської доби—винайдення тонко ретушованих, симетричних у профілі крем'яних знаряддів; в Муст'єрську добу—винайдення крем'яних скребачок для оброблення звірячих шкір (для обгортання тіла замість одіжі); в другій половині палеоліту величезний прогрес бачимо за так званої Орін'якської доби, коли людина додумалась посылати своїм ворогам смерть на відлеглості (замість рукопашної бійки) і для того винайшла лук та стріли з костяними кінчиками; за Солю) трейської доби—винайдення крем'яних та рогових (з рогів північного оленя) гострих кінчиків з черенками для прилаштування до списів та стріл; за Магдаленської доби—розвиток рибальства за допомогою гаків з рогу північного оленя, винайдення рогових і костяних шил та голок для зшивання (зчеплювання) звірячих шкір (на щось таке на взір одіжі). Усі ці дрібні винайдення зроблено напевно на протязі дуже довгих тисячоліть, бо стаціонарна фаза самої льодовикової епохи (сінхронічна з палеолітом) запевно існувала довгі тисячоліття (як що не мільйони років); за цілі ті довгі часи людина зовсім не знала гончарства (кераміки), не вміла присвоювати чи приручати животин, не бу-

дувала собі ніяких хат,—була мандрівним дикуном, тільки збирала де-що їстівне та полювала на звірів і ловила рибу.

На мій погляд, мається чимало підстав думати, що одною з головних причин такого дуже повільного прогресу за палеолітичної епохи була неможливість вибирати матеріал для кам'яного знаряддя при тодішній техніці його вироблення, яка складалася з більш-менш простого оббивання. За допомогою оббивання можна отримати гостре ріжуче ребро (або лезо) тільки з креміння; з іншого каміння подібний край дають при вдарі ще де-які вулканічні скловаті гірські породи, що дуже рідко трапляються у природі,—обсидіани, молдавіти то-що. Випадково і дуже рідко щастило людині отримувати таке ребро з роговиків, кварцитів та базальтів, але це були випадкові винятки. Отже креміння знаходиться не всюди. Родовища креміння бувають первісні і другорядні. Первісні родовища креміння знаходяться звичайно у крейді (дуже зрідка у пісковиках та інших породах); креміння утворює тут малі або великі зростки (конкреції); такі зростки неправильної форми бувають або розкидані поодинокі в масі крейди, або зібрані в пласкі скупчення (перелавлення); де-не-де їх буває дуже багато (наприклад, біля міста Кремінця на Волині або біля села Пересопниці Рівненського повіту, де часто трапляються зростки до 5 пудів на вагу); але буває часто і так, що у крейді зовсім нема креміння (на Україні на Поділлі та на Чернигівщині, крейда тягнеться по узбережжях річок на багато верст, а кремінців в ній нема); та й сама крейда знаходиться не так часто: на величезних площах її зовсім нема або вона похована дуже глибоко під іншими породами і неприступна (у нас на Полтавщині і Харківщині), є цілі країни, де крейди та креміння нема. Другорядні родовища креміння, то наметні (зашибанці) льодовикової епохи та алювіальні (річкові) нагромадження. Ті великі нагромадження наметнів, що вкривають тепер де-не-де значні площі (наприклад, в нашій українській Поліссі), за палеолітичної епохи ще не існували, бо були поховані під льодовиками, а алювіальні нагромадження здебільшого також ще не утворилися, та й тепер вони взагалі не великі і зустрічаються не часто. Крім того досвід показав, що легко, добре і успішно дається обробляти лише креміння, тільки що винятки з породи, який має ще у собі так звану „кар'єрну“ вохкість; тому кремінню з другорядних родовищ або привезені здалека (що вже втратили цю первісну вохкість) вже мало здатні до оброблення. Таким чином, запаси креміння у природі взагалі невеличкі, а запасів креміння з первісних родовищ і того менше; за палеолітичної (льодовикової) епохи їх існувало ще далеко менше, ніж тепер. У перші доби палеоліту, доки людей було менше, запасів креміння було для них може і досить; потім, як народу стало більше і люде почали розходитись по різних краях, вони зараз почали почувати брак креміння; цей брак покривався імовірно мандрівками (цілими експедиціями) до первісних родовищ креміння і торгом; мабуть цілі транспорти креміння пересувалися з одного краю до другого, хоч привезений здалека креміння і був мало здатний; можливо, що за володіння первісними крем'яними родовищами бували між людьми бійки та цілі війни—і кров людська за креміння проливалася. По де-яких місцях людина мусила з великими труднощами копати дуже глибокі шахти у крейді (Mur be Barrez Aveyron у Франції) і колодязі крізь товсті верстви різних пород (Mesvin, Бельгія) для здобування креміння. Невигоди та труднощі користування кремінцем яскраво виявляються в історії палеоліта. Бажання по можливості економити крем'яний матеріал помічається ще за Мустієрської доби, коли вже почали виробляти знаряддя не з самого крем'яного зростка (нуклеуса),

а переважно з відбитих від нього відламків; пізніше, за Солютрейської доби, було мабуть вигадано особливі компресори для економічного відщеплення відламків від нуклеуса. Крім того, починаючи з Орініякської доби, помічається у первісної людини розчарування у кремні і замір замінити його іншими твердими матеріялами,—переважно кістками та рогами різних животин (костяні кінчики стріл в Орініякську і рогові—в Солютрейську добу, рогові гарпуни або гаки в Магдаленську і Ма-д'Азильську доби). Тому отсі усі невигоди і труднощі з виробленням крем'яних знаряддів гальмували, затримували прогрес техніки і культури первісної людини, поглинали чимало сил і часу, припинювали її успіхи в культурі, що й без того були дуже повільні.

Протилежно тому бачимо дуже різкий, наглий, несподіваний і надзвичайно великий прогрес, цілий скік або перелім в культурі первісної людини на межі палеоліту з неолітом і особливо за часів неолітичної епохи.

З початком польодовикової (неолітичної) епохи людина почала виробляти шліфоване кам'яне знаряддя—і в відносно короткім часі виявляються ознаки великого прогресу в усіх галузях культури; неолітична людина швидко вже зазнала кераміку (ганчарство); попришлювала собі на допомогу різних животин (перш за усе собаку для полювання, потім вівцю, бика, козу, свиню); згодом у неолітичній людині швидко бачимо вже початки хліборобства, осілости, будівництва, ткацтва, навіть початки релігійного (похоронного) культу (про це свідчать менгіри і дольмени). Очевидно, вже одна тільки зміна у техніці вироблення знаряддів—шліфування каміння замість його оббивання—дала людині велику ощаду (економію) сил та дозвіля, необхідного для швидкого прогресу в усіх напрямках.

В чим же тут секрет? Де розгадка цієї незрозумілої тайнощі?

Чому така величезна різниця в прогресі за палеолітичної і за неолітичної епохи?

Чому заміна оббитого знаряддя шліфованим дала в швидкім часі такі багаті наслідки в розвитку культури?

Це досі не було з'ясовано. На мій погляд, шліфовані знаряддя мають ось які великі переваги над оббитими:

1) Шліфовані кам'яні ножи, сокири і інші інструменти мають цілком рівний (а не пилкуватий), гострий ріжучий край, доцільні і цілком здатні для належного вживання; то вже дійсно ножи, а не пилкувате каміння. Палеолітичним оббитим знаряддям, яке не ріже, а більш рве, можна було завдавати рани звірям й людям, але воно не здатно було для технічного різання, наприклад, шкір на одіж, де потрібний рівний край, а шліфоване знаряддя—здатне.

2) Шліфовані знаряддя можуть бути просвердленими і насадженими на кий (ричаг або підважню) для більш зручного вживання та економії сили (наприклад, сокири, молотки то-що).

3) Найголовніше-ж є те, що шліфоване кам'яне знаряддя може бути зроблено з усякого твердого і міцного каміння, а ця високої ваги обставина збагачує людину матеріалом майже безмежно; до оброблення через шліфування здатні і кварцити, і брекчії, і тверді пісковики та вапняки, і ріжноманітні дрібнозернисті кристалічні породи інтрузивні (граніти, діоріти, діабазити і т. п.) і ефузивні (базальти, трахіти, лави то-що). Вживання шліфування визволяє людину від необхідності оброблення тільки одного кремнія, усуває утяжливу залежність людини від родовищ кремнія, усуває торг кремнієм і криваві війни за кремні, усуває копання глибоченних шахт і т. п.; зникають усі невигоди й труднощі, що сполучені з вживанням виключно кремнія і що багато

тисячоліть мучили людскість; в кожній країні може для шліфування вживатись свій місцевий камінний матеріяль. Така широка воля вибору матеріялю дає кожному неолітичному народові величезну економію часу і сил, дає дозвілля для думання і вигадування, для розвитку інших галузів культури,—для дотепних винаходів, для розмірно швидкого прогресу. Тим то і з'ясовується природно на мій погляд різкий перелом культури, сполучений з неолітичною епохою.

Надзвичайно цікаво дізнатись: яким чином людина додумалася до шліфування каміння. Хто навчив її шліфувати його?

Як відомо, загадка походження неолітичної культури—культури шліфованого каміння—давно вже цікавила вчених археологів. Ще Мортіліє-старший (а за ним Еванс, Бойд-Давкінс, Льюге і інші) називав цей перелом культури „гіятусом“ (перервою) і для його з'ясування припускали наступ на Європу з Азії якихсь нових народів (брахіцефалів), що принесли з собою і нову культуру. Але-ж ми добре знаємо, що зміна не тільки народів, але навіть рас людських (з'явлення *Homo sapiens* в Мустієрську добу і знищення ним попередніх рас) не створило такого перелому в культурі.

Нідерле, Обермайер та інші вчені довели, що з'явлення неолітичної культури не збігається зі з'явленням нових народів, що неолітична культура не була принесена до Європи з боку, але виробилася на місці; те саме було і в Америці і в інших краях; крім того, як що ми навіть згодимось з Мортіліє, що неолітичну культуру принесли з собою до Європи нові народи, то знову повстає питання,—звідки-ж ці народи взяли оту культуру? Яке-ж саме її походження? А коли ми згодимось з Нідерле та більшістю теперешніх вчених, що неолітична культура виробилася якось на місцях, то виникає таки питання,—як саме вона виробилася? Хто навчив людину шліфувати каміння?

Це питання залишається й досі нерозв'язаним в науці.

Правда, Мортіліє зробив спробу розв'язати це питання. Він припускає, що людина могла бачити, як камінці шліфуються водою—в ріках, гірських струменях та в морським погію. Але ми не можемо цього припускати; таким шляхом людина не могла навчитись шліфуванню знаряддів, бо 1) водне шліфування переводиться надзвичайно повільно і безпосередньо бачити його неможливо і 2) водне шліфування ніколи не дає гострих ребер або країв, а навпаки—знищує усі ребра і творить кругляки,—ринь (або гальку), які не здатні служити за знаряддя і можуть вживатися тільки хіба для забави, для утіх, для естетичних мет (як вживалися, наприклад, розмалевані риняки Піетта з Ма-д'Азильської епохи). Водяне шліфування каміння та риняків людина добре знала і бачила й раніш, за льодовикової епохи, коли струминів і рік було багато, але-ж таки не навчилася шліфувати знаряддя. Хто-ж її навчив?

Розгадку цього дає нам геологія.

Як що ми пригадаємо показану вище тісну залежність первісної людини від природи, то відповідь на питання, хто навчив її шліфувати каміння, буде для нас ясна і безсумнівна: навчила її сама природа.

Мабуть в самій природі утворилися тоді відповідні умови, зовсім нові і інші, ніж за льодовикової епохи. Природу кінця льодовикової епохи і початку польодовикової епохи відбудовує нам, як було вже сказано, геологія, до якої і треба тепер звернутись. На жаль, досі археологи здебільшого не знають нових напрямків в геології льодовикової і польодовикової епохи, за яких відбувався розвій палеоліту

і неоліту; тому-ж і з'ясування поставленого вище питання було затримано.

Хронологічно повстання неолітичної культури відповідає кінцеві льодовикової і початкові польодовикової епохи. Топографічно площа розселення (ойкумена) палеолітичної людини збігається з площею по-за межами льодовикової поволоки, а ойкумена неолітичної людини займає вже й площу колишньої льодовикової поволоки. Ці два збіги не випадкові, бо саме на межі цих двох епох і утворилися, як показали мої геологічні досліді, цілком нові географічні умови в Європі і Північній Америці.

Ще 1899 року в моїй розправі про походження лесу (П. Тутковський. Къ вопросу о способѣ образования леса.—Землевѣдѣніе 1899 г., кн. I—II, ст. 213—311) я відбудовав, на підставі числених геологічних фактів і теоретичних міркувань, кліматичні умови льодовикової і польодовикової епох і довів, що по-за периферією льодовикової епохи, коли вона почала зникати (танути), мусила виникнути зона розвіювання або смуга пустині; я довів також, що по-над площею великого зледініння за стаціонарної його фази існувала антициклонічна система розподілу барометричного тиснення і сполучена з нею відповідна система відосередкових постійних спіральних вітрів, що мали фізичний характер фенів („льодовикові фени“) і за стаціонарної епохи зледініння тільки допомагали тануттю льодовикової поволоки на її краї та не мали змоги виявити яку-будь геологічну діяльність, бо не могли побороти великої вохкості, а коли почалося відступання або остаточне тануття льодовикової поволоки, тоді ці самі льодовикові фени одержали змогу побороти зменшену вохкість і утворювати по-за краєм льодовикової поволоки, що зникала, справжні пустині; я довів також, що думка про якісь величезні „потопи“ або повіді, що виникали під час тануття або зникання великої льодовикової поволоки (ця думка панувала тоді найбільш серед німецьких вчених),—є цілком безпідставна і неправильна; мною доведено, що, навпаки, з початком тануття льодовикової поволоки (з початком польодовикової епохи) кількість вод значно зменшилася в порівнянні з кількістю вод за стаціонарної фази льодовикової епохи, бо єдиною можливою природною причиною зникання зледініння могло бути тільки зменшення припливу льодів в півночі; Усе це є так само необхідне і неминуче, як закони фізики і метеорології. Цю мою нову теорію прийнято і визнано більшістю вчених російських і закордонних; до неї цілком прилучилися в своїх друкованих працях, наприклад, такі авторитетні вчені, як І. В. Мушкетов, В. В. Докучаєв, А. І. Воейков, В. І. Вернадський, Н. М. Сибирцев, І. П. Михайловський, К. Д. Глинка, В. Д. Ласкарев, А. І. Набоких, І. І. Панфільєв, Н. П. Флоров, Н. І. Андрусов, Е. Є. Лейст, С. Н. Никитин, Д. Н. Анучин, Н. А. Соколов, Н. П. Пятницький, А. В. Гуров, П. А. Православлев, А. П. Нечаєв, Н. І. Криштафович, В. П. Амалицький, Джемс Гейки з Единбургу, Ральф Тарр з Ітаки (Масачусетс), Ернест Ван-ден Брек з Брюсселю, Іоган Вальтер з Ієни, Антін Ржегак з Боно, В. Лозинський з Львова та інші; де-які закордонні вчені після оголошення моєї теорії оголосили подібні-ж самостійні погляди, наприклад, Ф. Гармер, Валь, Зауер, Е. Гейніц, Зольгер, Ольбрехт та інші. 1909 року я оголосив другу розправу („Искапаемая пустыня сѣвернаго полушарія“.—Землевѣдѣніе 1909 г., прилож., 373 ст. з двома мапами і 21 мал.), в якій зібрав дуже велике число фактів з наукових праць європейських і американських вчених (і з моїх власних обширних геологічних і географічних дослідів на Україні, здебільшого ще не оголошених) про умови польодовикової епохи. Ця маса цікавих

фактів, яким не було дано до моїх праць відповідної інтерпретації, яскраво, красномовно і переконуюче доводить, що скрізь в Європі і в Північній Америці по-за льодовиковою поволокою, що зникла, дійсно існували справжні пустині. Дуже доказні, яскраві і красномовні та різноманітні сліди або прикмети тих пустинь залишилися і порозкидані на широких просторах і в Європі, і в Північній Америці в величезній кількості (між иншим,—і у нас на Україні). Вони залишалися нерозгаданими і зовсім не з'ясованими до зазначеної вище моєї праці, що уперше проляла на них світло науки і цілком з'ясувала їх походження і геологічне значіння. Оці числені факти ясно доводять, що на початку льодовикової епохи, коли велика льодовикова поволока почала відступати, за периферією її дійсно виникла смуга пустині, що потрохи поширювалася на північ; поруч з різкою зміною умов підсоння зникли колишні тундри, що за стаціонарної фази льодовикової епохи оточали край льодів, зникла їх бігунова рослинність і утворилися на донній морені сухі безплідні пустинні простори, де була повна воля праці льодовикових фенів; холодний і дуже вохкий клімат (підсоння) льодовикової епохи змінився умірованим і дуже сухим (континентальним) підсонням льодовикової епохи. В пустинях цієї епохи (синхроничної з початком неолітичної культури) відбувалися природно ті самі процеси, що відбуваються і тепер в усіх пустинях на світі: у наслідок дуже сухого підсоння (і малої хмарности) існувала надзвичайно міцна інсоляція (опромінювання сонцем), існували великі амплітуди добових температур і тому усі тверді породи на поверхні пустинь розтріскувалися на кутоваті скиби, далі на менші відламки геть аж до найдрібнішого пилу; постійні вітри сортували цей дотрітус, цей сипкий матеріаль, накопичували пісок по де-яких місцях в цілі отари рухливих дюн—типових барханів пустині, що їх величезні комплекси зацілили й досі (і у нас на Україні); між иншим творилося в цих пустинях в великому мірилі і шліфування піском твердих скель і поодиноких каменів на поверхні пустині; ці вітром вишліфовані скелі і каміння (з дуже характерним, так званим „сольовим обробленням“, в якому не можна помилитися), зацілили по багатьох місцях (і у нас на Україні). Відламки скель, наметні, конкреції і риняки, що лежали на поверхні пустині, неминуче шліфувалися піском за допомогою вітру і набували гострі ребра; виникали таким чином гранчасті камені або так звані пірамідальні наметні,—одноребровики, двохребровики, трьохребровики і ще складніші форми каміння; утворення їх можна безпосередньо бачити під час міцного вітру у пустинях, бо шліфування їх переводиться швидко; вони давно відомі в льодовикових покладах Європи, але залишалися нез'ясованими. З них чимало є й таких, що від самої природи вже здатні до вживання, як знаряддя з гострими краями, як ножи або сокири та кинжали (чингали) з добре виробленими простолінійними ребрами або лезами; бувають і просвердлені піском каміні. Людина жила тоді на межі пустині і почасти в самій пустині (станції неолітичної людини часто знаходяться на вершках дюн, себ то льодовикових барханів). Тодішня людина не тільки могла бачити, але таки не могла не бачити, як саме те шліфування каміння сухим піском відбувалося, бо це робилося дуже швидко на її очах. Випадково покладені на пісці або загублені у пустині оббиті (палеолітичні) знаряддя також швидко шліфувалися при вітрі і перетворювалися в гарні шліфовані знаряддя. Що тодішня людина це дійсно бачила і навіть брала собі для вживання пірамідальні наметні й інші шліфовані камені з пустині,—для того маються вельми переконуючі докази, наприклад, Вірхов

описує, що типові трьохребровики було знайдено вкупі з людськими знаряддями в неолітичних станціях Ляузйтца і Флемінга; а Уваров описав і нарисовав три безсумнівні пірамідальні (природні) наметні поміж виробами неолітичної людини (див. R. Virchow. Ueber die Existenz des Menschen während der Diluvialzeit in Norddeutschland, namentlich in der Gegend von Thiede.—Verhandl der Anthropolog. Gesellschaft zu Berlin v. 12 April 1878; Уваровъ, А. Археологія Росіи. Каменный періодъ. Москва. 1881 г., т. I, ст. 37; т. II, ст. 72, №№ 1839—1841).

Тепер нам добре зрозуміло, яким саме чином виникла неолітична культура і як саме природа навчила людину шліфувати каміння. Усі ці числені факти неминує приводять до висновку, що саме за польодовикової епохи не тільки могла, але-ж мусила необхідно виникнути скрізь з палеолітичної—неолітична культура, що являється неминучим наслідком тодішньої географічної обстанови первісної людини.

Таким чином загадка походження неолітичної культури при близькім ознайомленні з сучасною геологічною теорією польодовикової епохи і її наслідків у природі знаходить собі просте і натуральне з'ясування. Приємно зазначити, що це нове з'ясування, яке освітлює темряву далеких минулих часів в усіх країнах, це нове вияснення стародавніх доісторичних подій є підказане природою нашої України.

Résumé. P. Toutkovsky, membre de l'Académie des Sciences de l'Oukraïne. Sur l'origine de la culture néolithique.

Se basant sur la dépendance intime de l'homme préhistorique du milieu géographique, l'auteur insiste sur l'idée que les changements principaux de l'industrie et de la civilisation préhistoriques dépendaient principalement de faits géologiques qui changeaient les conditions géographiques de l'homme. En démontrant la lenteur extrême du progrès industriel pendant les diverses époques du Paléolithique (chelléen, acheuléen, moustérien, aurignatien, solutréen et magdalénien), l'auteur explique cette lenteur non seulement par le conservatisme de l'homme primitif, mais de préférence par l'impossibilité du choix libre des matériaux pour les outils pendant la période de la pierre taillée; l'homme dépendait alors des gisements du silex, qui seul se laisse tailler par des coups simples; cette dépendance était très pénible pour l'homme,—elle le forçait à entreprendre des recherches des gisements de silex, des batailles et des guerres entières pour la possession de ces gisements, des expéditions commerciales aux gisements de silex etc.; tout cela retardait, retenait le progrès industriel; les tentatives de remplacer le silex par d'autres matériaux (os, corne etc.) étaient infructueuses. Au contraire, dès que l'homme fut délivré de cette dépendance pénible, dès qu'il apprit à polir la pierre, il obtint la possibilité de profiter de chaque pierre dure, il parvint au choix libre des matériaux pour ses outils,—et justement alors nous apercevons un progrès énorme, frappant dans l'industrie et dans toutes les branches de la civilisation humaine (apparition de la poterie, apprivoisement des animaux, prémices de l'agriculture, du domicile fixe, de la tisseranderie, jusqu'au culte funèbre etc.); la liberté du choix des matériaux pour les outils procura à l'homme primitif une grande économie de temps et de forces, donna le loisir pour le développement de toutes les branches de la civilisation, pour un progrès très rapide.

Il est évident qu'à l'époque du commencement du Néolithique (à l'époque limitrophe entre le quaternaire moyen et le quaternaire récent ou la période actuelle) surgit un nouveau milieu géographique, dans lequel

l'homme apprit à polir la pierre au lieu de la tailler. La coïncidence chronologique de ces époques archéologiques et géologiques n'est pas accidentelle.

Se fondant sur ses vastes investigations géologiques et paléogéographiques du climat postglaciaire (1899 et 1909), l'auteur démontre que pendant la première partie de l'époque postglaciaire (pendant la durée de la fonte de la calotte glaciaire) partout, le long de la périphérie des glaces, existaient de vrais déserts, dans lesquels se produisait entr'autres, sur une large échelle, le polissage naturel des roches et des pierres par le vent. Non seulement l'homme primitif qui habitait à la frontière du désert postglacial *pouvait*, mais il *devait* bien voir les résultats et le mécanisme même de ce polissage naturel, il était inévitablement forcé à observer la transformation des cailloux et des blocs erratiques en cailloux façonnés (par le polissage avec du sable) ou „dreikanter“, qu'il ramassait et employait comme outils prêts; ses propres outils en silex taillé, perdus dans le désert, se retrouvaient transformés en outils bien polis; enfin, il parvint à l'idée de polir lui-même les pierres dures à l'aide du sable pour en obtenir de bons outils.

Le Néolithique est donc le résultat de l'influence du milieu géographique sur l'homme préhistorique, et la géologie explique bien l'origine de l'industrie néolithique.

П. Тутковський.

Физические основания современной радиотехники.¹⁾

Развитие радиотелеграфа представляет интересный пример сотрудничества науки и техники. Основные физические исследования в области электромагнитных волн, послуживши фундаментом, на котором выросла новая обширная отрасль современной техники, с одной стороны открыли такие пути и возможности международных сношений, какие вряд ли рисовались даже самой смелой фантазии лет тридцать тому назад, а с другой — позволили и научному творчеству осуществить переворот в воззрениях на природу почти всех физических агентов, переворот, приведший науку к совершенно новой картине мира. Не касаясь этих последних результатов, идущих далеко за пределы технических приложений, мы остановимся на тех вопросах, которые имеют почти одинаковое значение и для физика и для радиотехника. В этой области наука и техника неотделимы в такой степени, что подчас стирается грань, которую мы склонны проводить в подобных случаях. Без научного освещения механизма электрических колебаний и природы электромагнитных волн радиотехника никогда не возникла бы, а тем более не могла бы развиваться и стать первостепенным фактором международного общения. Лабораторные исследования, меньше всего имеющие в виду потребности техники, иной раз не только стимулируют ее развитие, но и являются неожиданной причиной новых течений и достижений.

¹⁾ Настоящая статья дает беглый обзор тех работ, которые производились и ведутся в Нижегородской Радиолaborатории в связи с деятельностью Харьковской научно-исследовательской кафедры физики.

Такое освещение существующих отношений между физической наукой и радиотехникой было бы односторонним, если бы мы не коснулись тех случаев, когда техника опережает научное исследование и почти ощупью и путем какой-то интуиции или смелой догадки достигает результатов, которые не только не могли быть предвидены, но и требуют для своего объяснения новых, чисто научных исследований как теоретического, так и экспериментального характера. Новые задачи, которые ставятся таким образом науке, заставляют подчас прибегать к разработке новых методов, имеющих не только техническое значение, но и дающих новое освещение тем фактам, которые как будто получили уже исчерпывающее объяснение. Развитие науки в этих случаях вызывается не только внутренней логической потребностью, но также запросами практической деятельности.

Полное согласование научной и практической деятельности является, конечно, идеалом, который в жизни не осуществляется, но желательность возможно тесного сотрудничества и плодотворность совместной работы вряд ли нуждается в обосновании. Условия возможности ее диктуются, конечно, общими условиями жизни. В странах с высоко-развитой техникой связь между наукой и техникой устанавливается сама собой. У нас развитие техники идет своеобразным путем. Некоторые отрасли, имеющие особое значение для государства, как, например, наша радиотехника, переживают сравнительно благоприятный момент и развиваются поэтому настолько успешно, что могут вполне оригинально подходить к разрешению тех же проблем, которые стоят на очереди и в странах с несравненно более высоким уровнем промышленности. Такое исключительное положение радиотехники создает особенно благоприятные условия для развития научно-исследовательской работы в областях смежных. Об этом свидетельствует существование, например, такого крупного и живого учреждения, каким является Нижегородская Радиолaborатория,—учреждения еще молодого, но уже успевшего дать ряд иллюстраций того, как успешно может развиваться научно-техническая работа при благоприятных внешних условиях.

Необходимость научной работы, которая могла бы использовать методы современной физики для разъяснения различных вопросов, возникающих при опытах с техническими заданиями, ощущается очень остро, и поэтому работа в Радиолaborатории естественно приводит к постановке вопросов, имеющих тесное соприкосновение с проблемами практического значения, но разрешаемых с точек зрения более общих, чем это требуется в технике. К такому классу задач относится разработка детально и точно обоснованной картины тех явлений, которые происходят в воздушном проводе, или антенне, излучающей электромагнитные волны, и в окружающей среде, где эти волны распространяются. Несмотря на основное значение этих задач для технических расчетов и проектирования, до сих пор в этой области большинство результатов имеет грубо эмпирический и весьма неточный характер. В этом положении нет ничего странного, так как физические основы полной теории только намечены в общих чертах и нуждаются в дальнейшей разработке.

Основные величины, характеризующие антенну,—ее емкость, самоиндукция, длина волны, коэффициент затухания ее колебаний вследствие излучения и других потерь,—определяются отчасти теоретическим путем, отчасти экспериментально, но оба пути основываются на недостаточно обоснованных, иногда сомнительных положениях, которые

нуждаются в критическом пересмотре и дальнейшем обосновании. Основные элементы системы, в которой происходят электрические колебания, вполне раз'яснены только в тех случаях, когда электрическая цепь является замкнутой. Когда мы переходим к открытому, излучающему вибратору, мы получаем гораздо более сложные соотношения. теория которых находится в зачаточном состоянии. Вследствие этого и экспериментальные методы лишены необходимой основы, и результаты измерений не всегда могут быть интерпретированы вполне безупречным образом, а большей частью даже являются сомнительными и заведомо ненадежными.

Обычный способ теоретической обработки явлений, происходящих в открытом прямолинейном вибраторе, заключается в том, что принимается без особого обоснования метод вычисления емкости, который вполне законен для электростатической задачи. Емкость длинного, тонкого цилиндра может быть вычислена, исходя из формул для очень растянутого эллипсоида вращения. При этом влияние земли на емкость провода учитывается по методу электрических изображений, если земля может быть рассматриваема, как идеально проводящая плоскость. Надземный провод дополняется его зеркальным изображением, и тогда земная поверхность и ее влияние могут быть исключены из расчетов. Такое упрощенное трактование возможно только при особом состоянии почвенного слоя или при хорошем заземлении и достаточном противовесе. Оно приводит к формуле, которую можно интерпретировать так, как если бы емкость была равномерно распределена по всей длине провода, причем, однако, емкость каждого участка зависит не только от его геометрических размеров, но и от общей длины провода. Сверх того, емкость на единицу длины провода предполагается независимой от распределения потенциала и зарядов вдоль провода. При колебаниях заряды распределены неравномерно и по особому закону, причем это распределение различно в зависимости от того, будет ли колебание соответствовать основной волне или ее обертонам.

В противовес этому понятию статической емкости вводится понятие динамической емкости, при определении которой принимается во внимание тот или иной режим колебаний и характер распределения зарядов в антенне. Эта величина должна давать величину полного заряда антенны, когда известно значение потенциала в какой-нибудь ее точке, например, в том месте, где потенциал имеет максимальное значение. Вследствие этого динамическая емкость не столько характеризует самую антенну, сколько тип тех динамических состояний, через которые проходит антенна при колебательном процессе. При всяком изменении режима колебаний, например, изменении длины волны, при включении добавочных емкостей или катушек, изменяется и величина динамической емкости, и это обстоятельство должно быть учтено при измерении емкости тем или иным экспериментальным методом. Так как это обычно не делается, то результаты измерений дают величину мало определенную и не отвечающую даже практическим целям, ради которых измерение производится.

Теоретическое измерение динамической емкости возможно, однако, лишь при соблюдении одного основного условия. Распределение зарядов вдоль провода должно быть стационарно, т. е. относительная величина их в разных точках провода не должна зависеть от времени. Это условие соблюдено во всех случаях, когда колебания имеют определенный период и если сопротивление, вызывающее затухание колебаний, распределено вдоль провода более или менее равномерно, а не сосредоточено в некоторых точках, например, в основании антенны. В

этом случае колебания в антенне имеют характер стоячей волны, длина которой определяется пограничными условиями на концах провода. Динамическая емкость может быть тогда определена, как емкость такого конденсатора, который имеет тот же заряд, как и антенна, когда разность потенциалов на обкладках конденсатора равна потенциалу на конце антенны.

Таким же путем мы доходим и до определения динамической самоиндукции. Исходной точкой является опять таки самоиндукция проводника, по которому проходит ток, имеющий одну и ту же силу вдоль провода. Самоиндукция может быть вычислена по тем формулам, которые выведены собственно для замкнутых токов. Самоиндукция, рассчитанная на единицу длины провода, предполагается также равномерно распределенной и зависит от общей длины провода. Динамическая самоиндукция должна учитывать распределение тока вдоль антенны и при соблюдении условия стационарности этого распределения может быть определена следующим образом. Общая электродвижущая сила самоиндукции, которая складывается из элементарных электродвижущих сил, распределенных вдоль антенны, должна равняться электродвижущей силе в некотором замкнутом проводнике, в котором ток имеет ту же величину, как ток в основании антенны. Коэффициент самоиндукции такого проводника дает нам величину динамической самоиндукции антенны. Заметим, что ток в основании антенны может и не соответствовать максимуму (или пучности) тока. Динамические емкость и самоиндукция могут быть названы также постоянными эквивалентной замкнутой цепи или просто эквивалентными постоянными.

Совершенно таким же образом мы получаем определение эквивалентного или динамического сопротивления антенны. Электродвижущая сила, обуславливающая затухание колебаний, соответствующая падению потенциала вдоль сопротивления обычного типа, должна равняться этому падению в эквивалентном сопротивлении, если сила тока имеет ту же величину, как и в основании воздушного провода.

Все эти определения не имеют произвольного характера, как это может показаться с первого взгляда, а диктуются целью установить определение эквивалентной замкнутой цепи, в которой колебания протекают во времени, так же, как и в антенне, и в которой амплитуды тока и напряжения находятся в таком же отношении, как сила тока и величина потенциала (точнее их амплитуды) на концах антенны. Очевидно, что данные определения являются достаточными электродинамическими условиями для эквивалентности рассматриваемых цепей в указанных отношениях. Конечно, нельзя ожидать, что эквивалентность будет соблюдена во всех отношениях. Так, например, энергия колебаний антенны, вычисляемая тем же способом, как и для эквивалентной замкнутой цепи, не может быть одинакова в обоих случаях, но относительное изменение ее в процессе колебаний и в том и в другом случае совершенно одинаково.

Изменение пограничных условий, например при изменении добавочных емкостей и катушек с самоиндукцией, несколько не изменяет наших определений. Общая емкость и самоиндукция сложной системы, состоящей из воздушного провода и сосредоточенных на концах ее емкостей и самоиндукции, находится обычным способом, как результат соответственного включения емкостей и самоиндукции в эквивалентной цепи. Это доказывается при помощи пограничных условий для концов антенны. Но величина динамических постоянных зависит весьма существенным образом от этих условий. Она, очевидно, приближается

к статическим значениям, когда распределение или потенциала или тока делается почти равномерно.

Введение этих новых понятий или, что то же, понятия эквивалентной цепи представляет ту выгоду, что более сложные процессы, происходящие в антенне, заменяются хорошо изученными и более доступными явлениями в цепях с квазистационарным распределением тока. Определение периода колебаний по формуле Томсона делается возможным, если известны динамические постоянные; по известным формулам вычисляются и коэффициент затухания и амплитуды колебаний. То же самое можно сказать и относительно теории резонансных явлений в антенне.

Более глубокое проникновение в механизм колебаний воздушного провода требует особых исследований, которые основывались бы на более надежных основаниях, чем общепринятые аналогии и допущения. Правда, единственный случай, подвергшийся вполне точной обработке в теории М. Абрагама, рассматривавшего колебания эллипсоида вращения, приводит почти к тем же результатам, как и сделанные выше допущения о емкости и самоиндукции прямолинейного вертикального провода, но логической связи между этими двумя методами установить невозможно. Поэтому для обоснования теории антенны необходимо идти иным путем.

Этот путь также указан М. Абрагамом в применении к вычислению энергии, излучаемой прямолинейной антенной. В основании его лежит теория Герцова диполя, — единственный, хотя и идеальный случай, когда теория открытого вибратора может быть точно обоснована из основных уравнений электромагнитного поля. Всякий элемент проводника, в котором происходят колебания, может быть рассматриваем, как такой диполь, и создаваемое им электромагнитное поле может быть вычислено по известным формулам Герца для всех точек, расстояние которых от диполя велико по сравнению с размерами самого диполя (которые могут быть приняты бесконечно малыми). Если рассматривать антенну, как систему диполей, то задача сводится к определению их совместного действия в некоторой точке окружающего пространства. Эта задача есть, в сущности говоря, не что иное, как задача об интерференции лучей, посылаемых различными диполями в данную точку и приходящих туда с разными фазами вследствие разности их хода. Результат, который находится этим методом, почти в точности совпадает с тем, который был ранее получен М. Абрагамом при помощи интегрирования уравнений Максвелла для эллипсоида вращения.

Электромагнитное поле может быть вычислено и в сравнительной близости к вибратору, хотя и на расстояниях больших сравнительно с размерами его поперечного сечения, и на больших расстояниях в области волн, излученных вибратором. В этой области электромагнитное поле отличается особенной простотой, — и поэтому вопрос о количестве излучаемой энергии является наиболее простым и доступным подсчету. Абрагамом был произведен расчет для случая, который уже раньше был исследован им, а именно — для прямолинейной вертикальной антенны. Но тот же метод может быть применен к гораздо более сложным случаям, имеющим большое значение для практических применений. Таковы случаи: такой же прямолинейный провод, но содержащий в основании катушку с самоиндукцией, и провод, согнутый в форме буквы Г.

Эта теория дает возможность найти, как изменяется количество излучаемой энергии при удлинении волны и неизменной длине провода.

Указанный метод позволяет сравнительно просто вычислить общее количество энергии, излучаемой антенной, но не дает возможности определить, в какой мере участвуют в этом явлении различные элементы антенны. Однако несомненно, что различные части антенны не равноценны в этом отношении. Та или иная роль является результатом взаимодействий, которые необходимо выяснить для разъяснения внутреннего механизма явления. Не трудно представить себе, что каждый элемент воздушного провода должен испытывать действие всех остальных, которые и обуславливают существование в нем периодически изменяющейся электрической силы, вызывающей затухание колебаний, если она находится в одинаковой фазе с силой тока в данном элементе. Это затухание и представляет из себя результат излучения соответствующего элемента. Если искать причину излучения в особом распределении колебательных состояний антенны, то можно видеть ее только в существовании такой рабочей или ватной электродвижущей силы в отличие от безватных сил, сдвинутых по фазе на 90° по сравнению с силой тока. Распределение электродвижущей силы излучения вдоль антенны решает вопрос об излучении энергии различными частями ее.

К рассмотрению этого вопроса можно подойти следующим путем. Как известно, обобщенный принцип Гюйгенса дает возможность вполне строго вычислить значение светового вектора в любой точке пространства, если известно распределение его на некоторой поверхности для любого момента времени, а также и распределение его в ближайшем соседстве к этой поверхности. Эта общая теория диффракции, конечно, применима и в нашем случае, если на месте светового вектора мы поставим электрическую силу электромагнитных волн, излучаемых антенной.

В элементарном изложении этой теории мы рассматриваем действие элементарных Гюйгенсовых волн, испускаемых различными участками рассматриваемой поверхности, которая может и не быть волновой поверхностью в собственном смысле слова. Таким образом, значение светового вектора находится для момента времени более позднего, чем те, для которых дано распределение его на данной поверхности. Можно, однако, обратить эту задачу, поставив себе целью найти значение светового, а в нашем случае — электрического вектора для моментов более ранних и для точек, из которых приходят электромагнитные возмущения, создающие известное нам распределение электрического вектора на данной поверхности. Мы можем таким образом проследить всю предыдущую историю электромагнитной волны, заставляя, так сказать, течь время в обратном направлении. Мы можем, конечно, определить величину электрической силы в антенне, поскольку она является источником излученной волны. Этим решается поставленная нами задача.

Этим методом может быть разобран любой случай, для которого известно распределение электрической силы в волне. В прямолинейной вертикальной антенне электродвижущая сила излучения распределена неравномерно по ее длине. Она остается конечной для всех точек провода, но имеет наибольшую величину в основании антенны. Что касается работы излучения, то она зависит от силы тока в различных точках провода и поэтому равняется нулю на свободном конце антенны, где и сила тока равна нулю, но достигает наибольшей величины в основании антенны, где сила тока наибольшая. Таким образом мы приходим к заключению, что энергия излучается вовсе не свободным концом провода, а главным образом теми частями его, кото-

рые находятся около пучности тока, т. е. в непосредственной близости к земле. Вводя понятие сопротивления излучения, как отношения электродвижущей силы к силе тока, мы можем интерпретировать тот же результат еще таким образом: сопротивление излучения распределено неравномерно, достигая бесконечно большой величины на свободном конце антенны и уменьшаясь при приближении к основанию.

Тожественный результат получается, если вычислить непосредственно действие различных элементов антенны на данный, но одновременно мы находим при этом и безватные составляющие электрической силы. Это указывает нам путь для проверки тех допущений, которые обычно делаются о равномерном распределении емкости и самоиндукции антенны. Однако на этом, повидимому единственном пути стоят еще не вполне преодоленные трудности и разделения сил индукции, которые могли бы служить для определения самоиндукции, и сил, подобных электростатическим, исходя из которых можно было бы прийти к понятию потенциала и емкости для различных элементов антенны. Во всяком случае эти понятия гораздо сложнее, чем это обычно принимается, и может быть так же неопределенны, как понятие об энергии колебаний, не излученной, а связанной с вибратором. Эти трудности связаны с фактом излучения и совершенно отсутствуют, например, в случае образования стоячих волн в параллельных проводниках, т. е. в случае так называемых проволочных волн.

В сколько нибудь сложных антеннах распространение волн и образование стационарных колебаний представляет, повидимому, еще ряд загадок, которые требуют применения, как теоретических, так и экспериментальных изысканий. Как известно, длина волны, излучаемой антенной, приближается к учетверенной длине провода, как это требуется элементарной теорией, только в самых простых случаях. Обычно она значительно больше. В сложных антеннах провод состоит из участков неравноценных в отношении емкости и самоиндукции. На границе таких участков должно происходить отражение волны, сопровождающееся изменением фаз. Это может послужить причиной несоответствия между длиной волны и длиной провода. Если эта же причина действует непрерывно на протяжении всей антенны, а именно, если емкость изменяется не скачками при переходе с одного участка провода на другой, а непрерывно, то мы переходим к непрерывному изменению фазы. что является в сущности изменением скорости распространения волн. Мы приходим таким образом к классической задаче об определении скорости распространения волн в проволоках и к вопросу о том, когда эта скорость заметно отличается от скорости света. Ответить на этот вопрос в настоящее время, вероятно, может экспериментальное исследование распределения колебаний в моделях антенны различных типов.

Электрические колебания, являющиеся причиной электромагнитных волн, можно разделить на два класса (конечно, только при упрощенной классификации, удобной для практических применений), методика которых представляет характерные различия, смотря по тому, являются ли колебания *затухающими* или *незатухающими*. С точки зрения теории между ними нельзя провести резкой границы. Колебания незатухающие представляются нам предельным случаем слабозатухающих, а теория их — частным случаем теории колебания затухающих. Но способы возбуждения тех и других напрашиваются на противоположение. С одной стороны, классический метод возбуждения колебаний при помощи искрового разряда, необходимо приводящий к затуханию коле-

баний, которые можно ослабить, но нельзя устранить окончательно, с другой стороны—различные методы генерации колебаний вовсе не затухающих, которые еще в недавнем прошлом являлись идеальной целью различных изобретателей.

Способы искрового возбуждения колебаний для своего истолкования требуют знания свойств искрового разряда. Но в этом отношении приходилось руководствоваться самыми элементарными представлениями, не всегда удачно передававшими действительные условия, в которых протекало явление. Одним из обычных источников ошибок являлось смешение двух совершенно разных явлений начальной стадии разряда, которая протекает при высоких напряжениях электрического поля, являющихся, как известно, необходимым условием для возникновения искры, и той формы разряда, которая существует все время, пока длятся электрические колебания, т. е. вплоть до прекращения их. Если начальная стадия, характеризуемая величиной искрового потенциала, определяет величину энергии, накопленную в электрической цепи, то, с другой стороны, протекание колебательного процесса, его период и затухание находятся в зависимости от свойств совершенно иной формы разряда, представление о которой является не всегда правильным.

Для того, чтобы понять, что представляет из себя искра во время колебательного разряда, необходимо иметь такой метод исследования, который давал бы возможность количественно проследить изменения величины напряжения на электродах искры, или, как мы будем говорить, электродвижущей силы искры. Таким методом является целесообразное применение брауновской трубки, приспособленной для анализа колебаний высокой частоты. В свое время мною была описана такая трубка и получены результаты, вполне разъясняющие тип колебательного искрового разряда. Для дальнейшего необходимо привести вкратце самые существенные из них.

Если мы хотим дать сжатое определение того, что представляет из себя интересующая нас стадия разряда, то мы скажем, что она есть нечто иное, как дуга переменного тока между металлическими электродами в условиях большой частоты перемен. Это вероятно и а priori в виду высокой температуры электродов, которая приводит к испарению металлов самых тугоплавких, но это подтверждается и непосредственным исследованием искры при помощи трубки Брауна. Величина электродвижущей силы искры того же порядка, как и вольтовой дуги, причем характерные изменения электродвижущей силы, наблюдаемые, например, при дуге между угольными электродами, в значительной мере представлены и в искровом колебательном разряде. Наиболее характерным для последнего является непропорциональность между электродвижущей силой и силой тока, относительное постоянство первой при сколько-нибудь значительной величине тока и существование резко выраженных максимумов при слабой силе тока. Все эти особенности искрового разряда имеют существенное значение для определения влияния его на характер колебаний. Некоторые особенности этих последних имеют не только теоретическое, но и практическое значение, но во всяком случае необходимо учитывать это влияние для правильного понимания многих фактов, отчасти установленных эмпирически.

Затухание колебаний, поскольку оно вызывается искрой, зависит прежде всего от величины ее электродвижущей силы, но оно зависит также и от того, как изменяется эта величина во времени. Если представить эту величину в зависимости от времени графически, то мы

можем сказать, что затухание зависит от формы кривой электродвижущей силы искры. Она определяет не только величину затухания, но и закон, по которому затухают колебания. Этот закон может принимать разнообразные формы, и мы можем ожидать, что затухание происходит по линейному, параболическому или иному закону, т. е. кривая амплитуд представляет из себя прямую, параболу или более сложного вида кривую. Но во всех этих случаях мы имеем один общий признак: колебания продолжают не неопределенно долгое время, как это принимается в обычной классической теории затухающих колебаний, а длятся в течении некоторого конечного промежутка времени, к концу которого амплитуда колебаний делается равной нулю. В отличие от обычных теоретических представлений отношение последовательных амплитуд не является постоянной величиной, которая служит для характеристики величины затухания, но вырастает по мере убывания амплитуды колебаний. Обычно это свойство искрового затухания выражается в следующем определении: сопротивление искры по мере затухания колебаний вырастает и в конце концов становится бесконечно большим.

Это свойство искрового затухания, конечно, зависит от свойства электродвижущей силы искры, которая остается конечной и тогда, когда амплитуда колебаний приближается к нулю. Второстепенным обстоятельством является то, что электродвижущая сила может или сохранять постоянную величину (линейный закон убывания амплитуды колебаний), или же убывать или возрастать к концу разряда (более сложные типы затухания). Наиболее простой случай, конечно, первый из упомянутых. Если понятие логарифмического декремента здесь и не применимо, так как отношение соседних амплитуд не является постоянной величиной, способной служить для характеристики затухания, то, с другой стороны, при линейном спадании амплитуд разность между соседними амплитудами сохраняет неизменную величину и может служить для определения величины *разностного* декремента. Разностный декремент есть относительная величина разности последовательных амплитуд, величина, которая естественным образом становится на место обычного понятия логарифмического декремента.

Новое определение декремента искрового затухания построено на аналогии с определением декремента логарифмического, но оно может получить и совершенно своеобразное истолкование, так как разностный коэффициент затухания (произведение декремента и частных колебаний) есть не что иное, как обратная величина промежутка времени, в течение которого существуют колебания. С этой точки зрения особенно резко выступает основная особенность искрового затухания, а именно — конечность указанного промежутка. Кроме того, эта характеристика затухания не лишена своеобразной простоты и наглядности, так как вполне естественно говорить о малом затухании, когда колебания длятся долго, и о возрастании затухания, когда длительность их уменьшается. С той же точки зрения разностный декремент является обратной величиной числа колебаний от начала разряда до конца.

При более сложных типах искрового затухания, когда разность последовательных возрастает или убывает, приходится вводить понятие среднего затухания. Предполагая, что разностный коэффициент в этих случаях есть величина переменная, мы обычным путем находим его среднее значение за время существования колебаний, и величина эта играет ту же роль, как и разностный декремент при линейном затухании. В частности, средний коэффициент затухания равен единице, деленной на продолжительность колебаний. Вводя понятие о среднем

коэффициенте, мы сводим характеристику затухания к одному параметру в то время, как действительный закон требует для своего выражения введения по крайней мере двух независимых параметров.

Непосредственное определение затухания при высоких частотах представляет такие экспериментальные трудности, что до сих пор могло быть осуществлено лишь в редких случаях. Зато со времени классических исследований Герца и Бьеркнеса этой цели служит известный метод исследования колебаний при помощи резонансных явлений. Геометрические особенности резонансных кривых дают возможность определить величину логарифмического декремента колебаний, если, конечно, с этой величиной можно связать некоторое определенное представление, характеризующее затухание. Это условие не соблюдено при искровом затухании, но и теория резонансных явлений до сего времени представляла совершенно девственную почву, поскольку мы имеем дело с искровым затуханием.

Применение классической теории Бьеркнеса к тем случаям, когда преобладающим фактором, вызывающим затухание колебаний, является искра, приводит, как известно, к существенным затруднениям, которые, однако, долго не обращали на себя должного внимания. Величина декремента, определяемая обычным способом, в одном и том же опыте получалась весьма различная, смотря по тому, какие части резонансной кривой служили для ее вычисления. При этом изменения определяемых значений были не случайного характера, а имели систематический ход, указывающий на то, что теория опыта страдала каким-то органическим дефектом. От этих затруднений обычно отделивались оговорками, что определяется не истинное значение декремента, а какое-то среднее его значение. Конечно, это еще вовсе не объясняет, какое значение имеет определяемая величина для характеристики затухания и тем более, в каком отношении находится она к тем особенностям искрового разряда, которые обуславливают отклонения результатов опыта от классической теории резонансных явлений. Ответ на эти вопросы могла бы только дать теория резонанса, в основу которой было бы положено правильное представление об искровом затухании.

Попытки построить такую теорию иногда делались, но до конца так и не доводились вследствие сложности получавшихся результатов даже в тех простейших случаях, когда затухание предполагалось линейным. Однако, эта сложность не могла вытекать из существа задачи, а являлась исключительно результатом неправильности математических приемов, которые применялись без особой критики. Для того, чтобы пояснить, в чем заключались недостатки применявшихся методов, мы должны вкратце охарактеризовать их существенные особенности.

Формулы, к которым приходила классическая теория, представляли бы также подавляющую сложность, если бы не были применяемы упрощения, которые делали бы их приближениями, вполне достаточными при тех условиях опыта, которые имелись при этом в виду. Однако это упрощение производилось не систематически, а в значительной мере лишь после получения возможно точных формул, в которых отбрасывались все те величины, присутствие которых не могло заметным образом влиять на численные результаты, получаемые от этих формул. Этот способ является безусловно нецелесообразным, так как он заставляет затрачивать много труда на правильное вычисление тех величин, которые могут не иметь никакого практического значения и которые по тем или другим соображениям могут быть опущены или

заменены приближенными выражениями. Одним словом, формальное стремление к точным формулам иногда настолько затемняет существо задачи, что создается представление о невозможности получения даже хороших приближений.

Многие из вычислительных трудностей являются лишь результатом неумелого подхода к решению нашей задачи. Естественно, является мысль о систематическом упрощении решения путем критической оценки тех величин, которые приходится вычислять, разделение их на главные и величины, играющие роль поправок, причем к последним могут быть применены методы приближенного вычисления. Все это, конечно, азбучные истины вычислительных приемов, а между тем, как часто они не соблюдаются при использовании математического анализа с разными прикладными целями!

Разделение величин на главные и второстепенные основано главным образом на предположении о малости декремента затухания, и во многих случаях, например, при исследовании свойств искры по методу резонансных кривых, это предположение отвечает обстановке экспериментального исследования. Но, конечно, указанный выше прием есть в сущности метод последовательных приближений, и полученный результат может быть сколько угодно осложнен введением поправочных членов все более высокого порядка малости.

Впрочем, как можно убедиться *a posteriori*, такое осложнение является обычно излишним.

Главным результатом применения правильно выбранного метода приближенных вычислений является относительная простота и прозрачность как промежуточных вычислений, так и окончательных результатов. Это позволяет выделить разные факторы, влияющие на форму резонансных кривых и оценить их значение даже в наиболее сложных случаях искрового затухания.

Что же дает нам теория резонансных явлений при искровом затухании? Прежде всего возникает вопрос, нельзя ли по форме опытных кривых решить вопрос о том, с каким типом затухания приходится иметь дело. Если затухание происходит по линейному закону, то резонансная кривая имеет, повидимому, все те особенности, которые представляют экспериментальные кривые и которые мы отметили выше, как главное затруднение, необъяснимое с точки зрения теории Бьеркнеса. Расхождение между теорией и опытными результатами, если в основу теории положено представление о линейном затухании, делается минимальным и может быть объяснено случайными погрешностями измерений, так как по величине лежит в пределах этих последних. В то время, как логарифмический декремент получает значения, которые для разных точек кривой отличаются на 20% и более, величина разностного декремента колеблется в пределах 2—3% и притом без всякой системы. Казалось бы, этот результат решает вопрос о типе затухания в смысле необходимости принятия линейного закона.

Однако это заключение оказывается неправильным. Возможны, как мы видели, и другие типы искрового затухания, и резонансные кривые, которые им соответствуют, зависят от тех параметров, которые определяют закон затухания. Однако, при построении этих кривых выясняется одно, чрезвычайно любопытное обстоятельство: все кривые могут быть приведены почти к полному совпадению изменением масштаба, в котором они вычерчены, т. е. путем однородной деформации, сжатия или растяжения в направлении координатных осей. Таким образом кривые при разных типах затухания, по крайней мере в той части их, которая может быть использована для измерительных целей,

почти в точности подобны между собой, несмотря на то, что уравнения их совершенно не сходны и как будто не дают основания ожидать такого внутреннего сходства их формы. Ясно, что это обстоятельство, с одной стороны, не дает возможности по виду резонансной кривой детализировать представление о типе искрового затухания, но с другой—значительно упрощает метод резонансных измерений, соединяя все случаи искрового затухания в одну группу, и противопоставляя ее случаю логарифмического затухания.

Каковы же величины тех разностных декрементов, которые дают кривые при разных типах затухания? Мы видим, что и более сложные случаи упрощаются, если ввести понятие среднего декремента. Результат, к которому приводит исследование резонансных кривых, имеет хотя приближенное, но весьма общее содержание. Резонансные кривые при разных типах затухания дают величину среднего декремента с ошибкой, не превышающей нескольких процентов.

Возможность определения среднего разностного декремента дает нам в руки новый метод изучения свойств искрового разряда, так как путем простого расчета мы можем найти величину среднего значения амплитуды электродвижущей силы искры. Некоторый материал в этом отношении был получен в физической лаборатории Харьковского Университета, благодаря измерениям, произведенным моим ассистентом А. А. Слуцким. Результаты этих измерений находятся в полном согласии с непосредственными измерениями, произведенными раньше гораздо более сложным методом Брауновской трубки. Использование резонансных измерений для определения величины электродвижущей силы искры значительно упрощает получение этих результатов и делает его доступным даже при довольно ограниченных экспериментальных средствах.

Все то, что выше изложено относительно влияния искры на колебания, представляет одну сторону явления. Картина его была бы неполна, если бы мы оставили без внимания влияние формы электродвижущей силы. Наиболее существенным моментом в этом влиянии необходимо признать существование высоких максимумов, о которых было упомянуто выше. С одной стороны, как показала работа, произведенная в Харьковском Университете¹⁾, от этого обстоятельства зависят те изменения периода колебаний, которые обуславливаются материалом электродов искры. С другой же стороны не подлежит сомнению значение этих максимумов, обнаруженных впервые при помощи трубки Брауна, для объяснения явления весьма важного в практических применениях. Я имею в виду ударное возбуждение колебаний, которое лежит в основании всех современных способов искрового телеграфирования. До сих пор это явление ждет своего теоретического истолкования, основанного на всестороннем изучении свойств искры. А между тем многие затруднения и вопросы, которые становятся на пути практика, могли бы быть устранены целесообразным использованием того метода, который уже многое разъяснил, но еще многое должен и может дать в этой области.

Я имею здесь в виду применение в качестве осциллографа Брауновской трубки. Большею частью она применялась для демонстрирования или даже исследования колебаний низкой частоты. Радиочастота представлялась доступной только в исключительных случаях. Каким образом могут быть созданы условия для того, чтобы этот метод был распространен и на область высоких частот применительно к исследо-

¹⁾ А. А. Слуцкий. „Т. и Т. б. п.“ № 1.

ванию затухающих колебаний—выяснено в другом месте. Повидимому, исследование незатухающих колебаний находится в более благоприятных условиях. В заграничной научно-технической литературе уже встречаются работы, произведенные именно по этому методу и относящиеся к самому последнему времени. В этом же направлении ведутся и работы в Нижегородской Радиолaborатории.

Генерирование незатухающих колебаний является боевым вопросом современной радиотехники, и разнообразные течения в этой области еще ведут борьбу за признание технического превосходства того или другого типа генератора. Но имеем ли мы дело с дуговым генератором или с генерацией при помощи катодных ламп или, наконец, с машиной высокой частоты, во всех случаях мы ощущаем недостаточность тех методов суммарного исследования этих явлений, коими пользуются радиотехники. Методы осциллографического анализа, которые должны восполнить этот недостаток, еще мало разработаны и представляют еще девственную почву.

Самым простым из этих методов является метод фигур Лиссажу. Если мы желаем знать, в каком отношении в смысле фаз и амплитуд находятся два колебания одного периода, то мы должны заставить эти колебания сообщить периодически изменяющиеся отклонения катодному пучку Брауновской трубки в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. В этом случае самыми простыми фигурами будут прямая и различные разновидности эллипса. Но обычно колебания генератора далеки от простой синусоидальной формы. Всякое осложнение, которое можно истолковывать, как появление высших гармонических колебаний, тотчас-же отмечается своеобразным изменением вида кривых. Если одно из колебаний является все же простым гармоническим, то по характеру кривой мы можем восстановить вид той периодической функции, которая изображает другое колебание. Этот метод требует, конечно, реконструкции кривой и не дает непосредственно наглядных результатов.

Некоторое видоизменение этого метода позволит приблизить фигуры Лиссажу к осциллограммам, которыми привык пользоваться электротехник. Положим, что периоды наших колебаний не равны, но находятся в кратном отношении, причем простое гармоническое колебание имеет период больший. Тогда в той области, где синусоида лучше всего может быть аппроксимирована прямой линией и отклонение катодного пучка будет происходить с постоянной скоростью, и притом с наибольшей. Вследствие этого отклонение в другом направлении, перпендикулярном к первому, воспроизведет кривую сложного колебания в наглядном и почти неискаженном виде. Таким образом устраняется необходимость в последующей обработке кривых, которая требует, конечно, фотографического фиксирования их.

В некоторых случаях такое видоизменение метода напрашивается само собой. Если машина высокой частоты путем умножения частоты в конце концов дает один из обертонов, выделенный и очищенный от более низких частот, то в качестве колебания, развертывающего осциллографическую картину, естественно взять основную частоту машины. Этим устраняется необходимость во втором генераторе с низкой частотой.

Определение небольших изменений периода по методу биений представляет весьма тонкий способ анализа. Но до сих пор он требовал субъективных определений, производимых на слух. Применение Брауновской трубки делает эти биения видимыми объективно и дает возможность фиксировать их при помощи фотографических снимков.

При этом возможно создать условия, при которых происходит изменение фигуры эллипса или же будет периодически изменяться величина амплитуды, если отклонения, создаваемые сравниваемыми колебаниями, происходят в одном направлении.

Трудно исчерпать область возможных применений осциллографического метода. Укажем на исследование магнитных свойств железа и вообще ферромагнитных веществ в переменном поле высокой частоты, диэлектрических потерь, на анализ радиотелеграфной передачи, на изучение работы генераторов различных типов. Все эти проблемы представляют животрепещущий интерес и охватывают приблизительно всю область незатухающих колебаний в применении к радиотехнике. Наиболее могущественным методом для их решения является, без сомнения, метод осциллографического анализа.

В настоящем беглом очерке обрисован тот ряд теоретических и экспериментальных исследований, которые частью произведены, частью ведутся или намечены во время моего пребывания в Радиолaborатории. Мне пришлось здесь изложить только основные, руководящие идеи. Обработка их и фактический материал публикуется в журнале „Т. и Т. б. п.“, издаваемом при Радиолaborатории. К соответственным статьям мы и отсылаем всех, интересующихся подробностями.

Д. Рожанский.

Сложность элементов и периодическая система.

Прошло всего одно с небольшим столетие с того времени, когда для объяснения химических явлений Дальтон возобновил лежавшую под спудом свыше двух тысячелетий Демокритовскую идею строения всего вещественного мира из отдельных индивидуумов—атомов; эта гипотеза, купно с гипотезой о самостоятельном существовании молекул—атомных систем, после некоторых перипетий стала символом веры для представителей химической дисциплины и в последнее время в глазах многих освободилась от своего гипотетического характера, благодаря ряду убедительных доказательств реальности существования атомных систем—молекул. Изучение этих двух категорий вещественных индивидуумов—атомов и молекул—шло исторически довольно различным темпом: в то время, как относительно комбинаций однородных и разнородных атомов—в простых и сложных молекулах—добыт громадный запас научных данных, дающий обширные сведения о свойствах и, так сказать, поведении элементарных атомов в их комбинациях с другими атомами, мы имеем весьма бедный материал о свойствах отдельно-существующих элементарных атомов, не соединенных с другими атомами; причиной этого является, как известно, склонность свободных атомов понижать имеющийся у них запас свободной энергии путем комбинирования их с другими атомами в сложные атомные системы—молекулы с меньшим запасом энергии; только при очень высоких температурах, трудно достижимых при помощи имеющихся в нашем распоряжении технических средств, часть веществ (если не считать благородных газов и легколетучих металлов, как ртуть, калий, цинк и т. д.), принимающих атомное состояние при сравнительно невысоких температурах, переходит в состояние смеси отдельных атомов; многие же вещества, не смотря на высокую температуру, остаются в молекулярном состоянии, или, лучше

сказать, в сложнатоомном состоянии. Но и для тех элементов, которые удается привести в отдельно-атомное состояние, условия такого состояния ставят большие препятствия для экспериментального изучения свойств атомов.

Таким образом создается довольно невыгодное положение для разрешения одного из основных вопросов химии: как изменяются свойства отдельных элементарных атомов, когда они вступают в соединение с другими атомами, или другими словами—какова зависимость свойств атомных систем от свойств составляющих их элементарных атомов? Разрешение этого вопроса затрудняется еще и тем обстоятельством, что число разнородных элементарных атомов довольно значительно—около 90—и потому разнообразие явлений так велико, что создание каких-либо обобщений универсального характера является весьма проблематичным.

Если установление Доберейнеровских триад элементов внесло известное упрощение в классификацию элементов, введя понятие о группах сходственных элементов, то появление на сцену периодической системы Менделеева имело колоссальное значение, выяснив, что несмотря на большое разнообразие свойств элементов, свойства эти являются некоторой периодической функцией изменения атомного веса их.

Вместе с тем эта функциональная зависимость дала прочную поддержку давно уже бродившей в умах химиков мысли о сложности веществ, считаемых нами в настоящее время за элементы; если по мере возрастания атомного веса такое основное свойство, как валентность периодически изменяется в известном порядке, то, вероятно, в космосе был период генезиса элементарных атомов, когда из одной или нескольких первичных субстанций—*протоэлементов*, имевших вероятно также зернистое строение, путем последовательных комбинаций их по определенным законам, создались ныне существующие элементы. Это предположение имело бы под собою гораздо более прочную почву, если бы атомные веса элементов в своих численных отношениях подчинялись более простой законности, вроде той, которая принята в гипотезе Прута о кратности атомных весов элементов по отношению к атомному весу водорода.

Но опровержение гипотезы Прута трудами Стаса и всеми последующими исследованиями относительных весов элементов отняло почву у вышеуказанных предположений, и они остались существовать в форме смутных надежд на возможность осуществления в будущем разложения внешних элементов. Должно заметить, что одно из свойств элементарных атомов—свойство давать сложные специфические спектры—в значительной степени также поддерживало идею сложной конструкции элементарных атомов.

В общем создалось такое положение: химикам удалось детально разобраться в строении многих атомных систем, выяснить весьма тонкие различия во взаимных отношениях атомов внутри этих систем—молекул, но точных представлений о свойствах самих элементарных атомов, как отдельных индивидуумов, было добыто очень мало, а между тем постепенно накоплялся ряд вопросов, связанных со строением атома и его формой. Так, напр., если атом испускает лучи различной длины волны, то является вопрос о механизме этого испускания, о дифференцировке тела атома на отдельные участки, принимающие участие в лучеиспускательном процессе; точно также при исследовании валентности атомов возникали вопросы о распределении связанной с валентностью энергии в теле атома, о локализации ее в определенных участках этого тела и т. д.

Весьма определенное направление изучению вопросов о строении атомов дало открытие радиоактивных явлений, давших возможность наблюдать воочию разложение элементарных атомов на составные части; оно не только ввело нас в совершенно новый мир изумительных явлений, но и дало сильную поддержку убеждению в сложности веществ, считавшихся до сих пор элементарными.

Для выяснения существенных сторон рассматриваемого нами вопроса необходимо предварительно остановиться на некоторых новейших открытиях, касающихся свойств элементарных веществ, а именно: 1) на законностях, обнаруженных при исследовании рентгеновских лучей, производимых элементами при соответственных

условиях, 2) на существовании изотопных элементов, т. е. таких, у коих при тождественности химических свойств имеются различные атомные веса, и 3) на так называемых правилах сдвига, определяющих, как изменяется положение в группах периодической системы всякого радиоактивного элемента при распаде его с выделением α -и β -лучей.

1. Barkla, действуя рентгеновскими лучами на некоторые элементарные вещества, нашел, что каждое из этих веществ испускает при этом характерные для него рентгеновские лучи. Подробное обследование этих *характеристичных* лучей дало возможность Moseley'ю (1913 г.) установить весьма важный закон, что если взять длины волн или соответственные частоты колебаний аналогичных спектральных рентгеновских линий каждого элемента, то корни квадратные из этих колебаний прямо пропорциональны порядковому номеру места в периодической системе, занимаемого данным элементом, и только приблизительно пропорциональны атомному весу его.

Всем известно, что в периодической системе элементов, как она была дана Менделеевым, есть отступления от общего правила, которых раньше не могли объяснить: так, теллур (127,5) помещен перед йодом (126,92), несмотря на то, что атомный вес его более, чем атомный вес йода; аргон (39,88) — перед калием (39,1). Такая расстановка этих пар элементов, несомненно, нарушала правильность связи изменения свойств элементов с возрастанием атомного веса. Открытие Moseley определенно подтверждает правильность порядка размещения этих элементов и вместе с сим устанавливает новый принцип порядка размещения их в периодической системе, а именно — сообразно с возрастанием величины корня квадратного из частоты колебаний аналогичных линий характеристичных рентгеновских спектров, а не с возрастанием атомного веса. Таким образом, атомный вес потерял в *некоторой степени* свое значение, как фактор, обуславливающий химические свойства элемента, и на его место стало *порядковое* или *атомное* число элемента. Далее мы увидим, что это порядковое число есть вместе с сим число электронов, находящихся во внешней электронной сфере нейтрального атома.

2. Атомный вес свинца, полученного из обыкновенных руд — 207,2, между тем, как для свинца из некоторых свинцовых минералов был найден атомный вес в среднем около 206,1. Кроме того, некоторые из исследователей пришли к заключению, что конечным продуктом распада ряда уран-радий-полоний является свинец, которого атомный вес должен быть около 206 — 206,2. Такой случай существования различных образчиков свинца (отсутствие примесей других элементов было вполне точно установлено), обладающих совершенно тождественными химическими свойствами, т. е. так называемых *изотопов* свинца, сильно поколебал убеждение в постоянстве атомного веса элементов и в их однородности. Вполне естественно, открытие изотопов свинца вызвало предположения, что это не есть единственный случай, что случаи изотопии не редки и что, может быть, смеси изотопов с целочисленными атомными весами и обуславливают существование атомных весов с дробными числами.

Оставляя пока в стороне проявление изотопии у радиоактивных веществ, укажем на весьма интересные открытия новых изотопов, сделанные недавно английским ученым Aston'ом при помощи метода электромагнитного отклонения каналовых лучей.

Как известно, если взять стеклянную трубку с каким-либо сильно разреженным газом, напр., водородом, и пропускать через этот газ электрический ток, то от катода, в теле которого сделан целый ряд отверстий, каналов, идут в сторону анода, так называемые, катодные лучи представляющие поток электронов. Но анод также испускает в сторону катода лучи, которые, пройдя в закатодное пространство через каналы катода, обнаруживаются там специфическим свечением. Как первые, так и вторые лучи отклоняются от своего прямолинейного пути, искривляются в бок (если данную трубку подвергнуть действию электрического или магнитного поля), но только в разные стороны: катодные, как носители отрицательного заряда, поло-

жим влево, а каналовые, как носители положительного заряда—вправо. Исследования показали, что эти каналовые лучи суть частицы материи (в данном случае, напр., водорода), и путем учета размеров их отклонения можно определить размер массы этих частиц, т. е. их атомный вес. Если все атомы вещества, образующего каналовые лучи, обладают одинаковой массой, то на фотографической пластинке, воспринявшей свет от этих лучей, получится только одна кривая—парабола, в противном случае получается две или более кривых; степень изгиба этих кривых дает возможность вычислить атомный вес каждого сорта частиц.

Полученные по этому методу данные Aston'ом дают право признать существование минимального числа изотопов у следующих элементов: лития—(2), бора—(2), неона—(2), магния—(3), кремния—(2), хлора—(2—один 35, другой 37), аргона, калия, брома и криптона—(по 2), рубидия—(6), ксенона—(5) и ртути—(вероятно, 6). Так как изотопы при тождественности химических свойств обладают разным атомным весом, а потому вероятно и разными физическими свойствами, то является весьма желательным экспериментальное подтверждение этой разницы у изотопов, и это удалось сделать в небольших размерах. Так, Brönsted и Hevesy, испаряя частично ртуть при малом давлении, нашли, что испарившаяся ртуть была несколько легче обыкновенной ртути, а оставшаяся—тяжелее. Точно также Harkins, подвергнув хлор повторной диффузии, получил две порции, атомные веса коих были 35,494 и 35,4975 (обыкновенный Cl—35,46).

3. Для более ясного представления о сдвиге элементов при радиоактивном распаде, рассмотрим для примера явления распада в ряду урана. Уран I с атомным весом 238,5 и порядковым числом 92 по своим свойствам принадлежит к 6-й группе периодической системы; при его распаде выделяется α -частица, причем получается уран X с атомным весом 234,5 и порядковым числом 90, т. е. новый элемент, который уже принадлежит к 4-й группе; таким образом выделение α -частицы с двумя положительными зарядами передвигает элемент на два места к началу периодической системы. Получившийся уран X выделяет одну β -частицу, причем атомный вес—234,5—не меняется, но полученный новый активный элемент уран X₂ или бревий имеет порядковое число 91 и, следовательно, принадлежит к 5-й группе; таким образом, потеря β -частицы с одним отрицательным зарядом сдвигает элемент на одно место к концу периодического ряда. Новое выделение β -частицы из бревия дает уран II с тем же атомным весом 234,5, но с порядковым числом 92, т. е. со сдвигом еще на одно место—в 6-ю группу. При дальнейшем превращении новое выделение второй α -частицы из урана II дает ионий с атомным весом 230,5 (порядк. число 90—группа 4-я) выделение третьей α -частицы превращает ионий в радий (ат. вес—226,5, порядк. число 88, группа 2-я), выделение четвертой α -частицы превращает радий в эманацию (ат. вес.—222,5, порядков. число—86, группа полевая) и т. д. Таким образом всякая потеря α -частицы сдвигает элемент на два места к началу, а потеря β частицы—на одно место к концу периодической системы. Ясно, что если при распаде выделяется и α -частица и β -частицы, то происходит сдвиг элемента на одно место к началу периодической системы.

Вместе с тем из приведенных данных явствует, каким путем могут образовываться изотопы: если активный элемент в ряду последовательных распадов теряет на одну α -частицу две β -частицы, то получающийся при этом новый элемент обладает меньшим (на 4 единицы) атомным весом, но теми же самыми химическими свойствами. Так, напр., к порядковому номеру 82 относятся активные элементы радий В (214,5), радий D (210,5) и обыкновенный элемент Pb (207,2). Так как при распаде радиоактивных веществ обыденные и простейшие продукты распада— α -и β -лучи представляют собою атомы гелия и электроны, и других простейших продуктов во всей серии последовательного распада не замечено, то, естественно, пришли к заключению, что в состав основного ядра распадающегося атома входят обязательно атомы гелия, а также электроны, которые удаляются постепенно из ядра до тех пор, пока остаток ядра не будет представлять собой устойчивой, повидимому,

системы. Но что такое представляет собой этот устойчивый остаток ядра? Есть ли это элементарное вещество, т. е. не разложимое дальше, или же оно состоит из нескольких ядер протоатомов, может быть атомов того же гелия, но только соединенных между собой настолько устойчиво, что дальнейший распад при данных условиях, невозможен? Пока определенного и обоснованного ответа на этот вопрос не имеется, но, переходя на почву предположений, химическое мышление естественно склоняется ко второму решению, т. е. к признанию сложности состава и у устойчивых, на первый взгляд, элементарных продуктов распада. Столь же естественным является распространение такого предположения о сложности атомов на все элементарные атомы, которые поэтому могут быть рассматриваемы нами, как устойчивые продукты или когда-то происходившего распада неустойчивых элементарных веществ, или же, наоборот, синтеза их из протоэлементов, происходившего когда-то при особых космических условиях. Таким образом, на первый план выдвинулся ряд вопросов, связанных с идеей сложности элементарных веществ, а именно—из каких первичных элементов сложены наши современные элементы и каким образом они сложены, т. е. какова структура таких сложных атомов. Ответы на эти вопросы могли быть даны путем построения тех или других гипотез и затем теоретической и экспериментальной их проверки.

Как известно, в настоящее время в указанной области вопросов внимание научных кругов наиболее сосредоточено на гипотетической „модели атома“ английского ученого Резерфорда с существенными дополнениями к ней, сделанными датским ученым Нильсом Бором. Каждый атом по этой модели состоит из очень плотного ядра, имеющего положительный заряд; вокруг этого ядра движутся по определенным орбитам рои электронов с их отрицательными зарядами. Так как масса электронов весьма мала— $\frac{1}{1800}$ массы атома водорода,—то вся масса атома сосредоточена в сущности в его положительном ядре, причем существует несомненная связь между размерами массы положительного ядра с зарядом и числом электронов в той электронной сфере, которая окружает это ядро. Характер этой связи будет нами выяснен несколько позже. Если расположить элементы в порядке периодической системы и обозначить каждый из последовательно расположенных элементов соответственным номером, то этот номер—*порядковое или атомное число*—указывает вместе с тем число электронов, содержащихся в облекающей центральное ядро электронной оболочке. Так, напр., в оболочке атома водорода содержится один электрон, у второго элемента—гелия—2, у третьего—лития—3, у четвертого—бериллия—4, у пятого—бора—5, у шестого—углерода—6 и т. д.

Теория Бора имеет отношение, главным образом, к вопросу о движении электронов внутри атома по их орбитам и о переходе их с одной орбиты на другую. Последнее явление по этой теории обуславливает испускание атомом элемента лучей той или другой длины волны; первые шаги приложения этой теории к опытным данным спектроскопии дали поразительные результаты, подающие надежду на возможность расшифрования спектров, присущих каждому элементу во всех отделах спектра лучистой энергии: инфракрасном, видимом, ультрафиолетовом и рентгеновском. Но не станем останавливаться на этом интересном вопросе, разработка коего привлекла к себе внимание ряда крупных научных сил, и возвратимся к проблемам, связанным с центральным положительным ядром.

Итак распад радиоактивных веществ с выделением атомов гелия и электронов заставляет нас предполагать, что ядро атома этих веществ сложено из каких-то протоэлементов, из коих обнаружены пока гелий и электроны, а потому естественно возникает предположение, не является ли гелий тем главнейшим основным материалом, из коего построены ядра элементарных атомов. Единственным материалом гелий не может быть, так как в таком случае атомные веса всех элементов были бы кратными от числа 4—т. е. атомного веса гелия, и кроме того имеется элемент водород, ядро коего, конечно, не может быть составлено из более крупных по массе ядер гелия; если предположить, что вторым ядрозоидующим элементом является водород, то в таком случае значительное количество элементарных ядер,

масса коих выражается в целых числах атомных весов, может быть построено из ядер гелия и водорода, но для всех тех элементов, атомные веса которых не представляют собой целых чисел, ядра их, очевидно, не могут состоять только из гелия и водорода. Таким образом, гипотеза строения элементарных атомных ядер, родившаяся на почве периодической системы и распадных явлений радиоактивных веществ, как будто бы наталкивается на непреодолимое препятствие—атомные веса, изображаемые целыми числами с дробями; кроме того, если в некоторых ядрах (радиоактивных веществ) доказано присутствие ядер гелия, удаляющихся в виде α -частиц, то присутствие в ядерном составе водорода является голым предположением. Но новые факты—обнаружение существования изотопных элементов и замечательные опыты Резерфорда над раздроблением ядра атома азота ударами α -частиц, в значительной степени устранили указанные препятствия и дают возможность вести далее работу разгадки сложности элементов и строения положительного ядра.

Остановимся сперва на опытах Резерфорда. Элементарными веществами химики считали такие, которые до сих пор не удалось разложить на составные части доступными для них техническими средствами, как, напр., действием очень высокой температуры или сильного электрического тока. Основываясь на том, что вылетающие из ядра при радиоактивных распадах α -частицы, т.е. атомы гелия, обладают начальной скоростью около 20.000 километров в секунду и потому должны произвести относительно весьма большой механический эффект при столкновении их с каким-либо телом (при соответственных условиях такой удар мог бы вызвать нагревание на 6 миллионов градусов), Резерфорд решил испробовать действие такого удара на некоторые газы и нашел, что при прохождении α -частиц через слой газообразного азота или воздуха получают продукты, представляющие собой несомненно водород; в силу этого он пришел к заключению, что ядро атома азота от удара α -частицы раскалывалось с отщеплением ядра водорода. Если вместо азота был взят кислород или углекислый газ, то выделения водородных лучей не замечалось.

Количественная сторона опытов Резерфорда дает повод к весьма интересным выводам и предположениям, на которых не мешает остановиться. Представим себе более детально картину того, что происходит в мире молекул, находящихся в условиях данных опытов. В трубке, содержащей в себе своеобразную мишень, радий С, который выбрасывает из себя α -частицы, т.е. атомы гелия, с определенной скоростью в единицу времени, находятся кроме того газообразный азот, молекулы которого двигаются беспорядочно при обыкновенной температуре со скоростью всего около $1/2$ километра в секунду.

Таким образом в трубке из определенного центра вылетают ядра—атомы гелия—со скоростью около 20.000 километров в секунду и в своем полете, конечно, могут столкнуться с медленно движущимися молекулами азота, причем количество последних неизмеримо более количества α -частиц.

При этих столкновениях α -частицы постепенно теряют свою кинетическую энергию, уступая большую или меньшую часть ее столкнувшимся с ними молекулам азота; в одних случаях α -частицы задевают только слегка атомы азота, так сказать рикошетом, причем такой удар не подвергает особенным потрясениям атомы азота, входящие в состав молекулы; в других—такой удар падает не на периферию атомного ядра, а ближе к центру и, наконец, наиболее сильный удар получится, если α -частица попадает в самый центр ядра атома азота; от такого удара, конечно, можно ожидать и наиболее резких последствий для ударяемого тела. Вероятность такого центрального удара в сравнении с вероятностью других ударов весьма невелика.

Более наглядно может быть иллюстрирована эта вероятность, если представить себе, что радиус всего атома, напр., водорода увеличен до размера радиуса земного шара, т.е. до 6350 километров; соответственно увеличенный радиус электрона составит всего 120 метров (около 60 сажен), а радиус плотного ядра будет

равняться всего 6 сантиметрам. Ясно, что α -частицы, пронизывающие при своем полете тело какого-либо атома и обладающие радиусом (для нашего расчета также увеличенным) почти таким же, как и ядро атома т. е. в несколько сантиметров, имеют весьма малую вероятность встретить при своем полете через объем земного шара центральное препятствие с радиусом всего в 6 или около того сантиметров. Должно при этом еще заметить, что при близком пролете положительной частицы α недалеко от центра атома, имеющего также положительный заряд, развиваются отталкивательные силы, препятствующие в известной степени возможности сталкивания α -частицы с ядром атома, и отклоняющие α -частицу от ее первоначального направления. Замечательно то, что благодаря остроумному методу физика Вильсона, можно видеть и фотографировать картину полета α -частицы и отклонения ее при столкновениях с атомами от первоначального направления. Если в пространство, наполненное водяным паром, который путем охлаждения можно привести в пересыщенное состояние, ввести соединение радия, испускающее α -частицы, то эти последние при своем движении ионизируют встречающиеся молекулы газа, а получившиеся газообразные ионы сейчас же сгущают на себе водяной пар в виде мельчайших капель; таким образом по пути полета α -частицы образуется туманная линия из капелек воды, которая может быть сфотографирована при моментальном освещении паровой камеры сильным светом. При рассмотрении таких фотографий туманных линий оказалось, что на некоторых из этих прямых линий ясно заметны переломы с изменением направления, что и указывает на случаи полета α -частиц вблизи ядра атома и отклонения их в сторону.

Произведенные Резсерфордом подсчеты показали, что 100.000 выделяемых радием α -частиц при своем полете через рой молекул азота и столкновениях с ними образуют всего 1 водородный луч, т. е. выбитое из азотного ядра водородное ядро, движущееся с большой скоростью и обнаруживающее свое присутствие проявлением искр при ударе о фосфоресцирующий экран. Таким образом можно прийти к заключению, что только те атомы, которые подверглись центральному удару α -частицы, не выдерживают этого удара и разрушаются с выделением водородного ядра.

Каковы другие осколки этого крушения ядра атома азота—пока трудно сказать; предполагают, что если такой распад дошел бы до конца, то он дал бы на каждый атом азота—три атома гелия и два—водорода.

Если результаты опытов Резсерфорда окажутся вполне достоверными и будут окончательно подтверждены дальнейшими исследованиями, то их справедливо можно считать «делающими эпоху»: они дают впервые реальное доказательство сложности азота, считавшегося до сих пор несомненным элементом, и кроме того дают повод считать водород одним из протоэлементов, входящим в состав ядра некоторых элементарных атомов. Должно заметить, что позднейшие опыты Резсерфорда над действием α -частиц на другие элементы дают указания, не вполне впрочем точные, на образование при этом водородных лучей из некоторых элементов, главным образом, из элементов, атомные веса коих могут быть выражены формулами: $4n + 3$ и $4n + 2$, притом не большими 31, т. е. не далее 15 го-элемента.

Таким образом, выделение гелия при радиоактивных распадах, образование водорода из азотного ядра вследствие мощных ударов о последнее α -частиц и, наконец, усиливающееся накопление данных об изотопии элементов выравнивают почву для дальнейшего развертывания гипотезы о сложности всех элементов и о построении атомов из ядер гелия и водорода из электронов; само собою разумеется, при этом существенно затрагивается и вопрос о периодической системе, как отражении процесса генезиса так называемых элементов.

С одной из таких гипотез, предложенной в 1919 г. Кольвейлером, мы познаем читателя, причем предупреждаем, что на нее следует смотреть пока только, как на одну из схем, пытающихся восстановить картину генезиса элементов. Детальное обсуждение ее и проверка фактическими данными постепенно выяснят ее слабые места и откроют путь к построению более правильных схем.

Исходное положение схемы Кольвейлера состоит в том, что синтез элементов шел по двум рядам: в одном ряду центр атомного ядра состоял из двух ядер водорода с двумя положительными зарядами— H_2^{++} , в другом центр был занят ядром гелия также с двумя положительными зарядами He^{++} ; центральная масса 1-го ряда будет тогда=2, второго ряда=4.

При присоединении к этим центральным массам 1, 2, 3 и т. д. ядер гелия в каждом из обоих рядов получатся новые элементы, отличающиеся между собой по массе на 4 единицы и по заряду на 2 единицы.

Такой порядок синтеза дал бы два ряда элементов, из коих каждые два элемента с одинаковым зарядом суть изотопы, как напр.:

	Центр. ядро	1 эл.	2 эл.	3 эл.
Заряд	2	4	6	8
Масса 1-го ряда	$H_2=2$	$H_2 + He=6$	$H_2 + 2 He=10$	$H_2 + 3 He=14$
Масса 2-го ряда	$He=4$	$He + He=8$	$He + 2 He=12$	$He + 3 He=16$

причем получились бы изотопы типов с четным порядковым номером и с четной валентностью.

Если кроме ядер гелия в состав атомного ядра входят еще электроны, то вхождение 1, 3 и т. д. (нечетного числа) электронов понизит положительный заряд на 1, 3 и т. д. единицы; заряд, порядковый номер и валентность будут нечетными; при четном числе электронов эти величины будут четными.

Участие в синтезе новых ядер водорода мы пока не будем рассматривать и только отметим, что при осуществлении синтеза по указанному порядку должны получаться изотопы только с четно-атомным весом, что несогласно с результатами опытов Aston'a, нашедшим изотопы хлора 35 и 37.

Далее, по мнению Кольвейлера, указанный сравнительно простой процесс синтеза проявляется только в начальной стадии, охватывающей первые 18 типов, после чего начинаются осложнения процесса. *

Картина этого первой стадии процесса выражена им в следующих двух таблицах, из коих первая относится к нечетно-валентным, а вторая к четно-валентным элементам.

Таблица I.

1	2	3	4	5	6	7	8
Т и п	Смешанный вес	Атомный вес	Компоненты				
			Атомное ядро				
			Матер. частицы ядра с ++ зарядами	Положит. заряд	Ядерн. электроны	Общий заряд ядра	Состав. изот. смеси
3 Li	6,94	6	H ₂ + He	4	1	3	53
		8	He + He	4	1	3	47
5 B	11—	10	H ₂ + 2 He	6	1	5	1
		12	He + 2 He	6	1	5	1
7 N	14,01	14	H ₂ + 3 He	8	1	7	199
		16	He + 3 He	8	1	7	1
9 F	19	18	H ₂ + 4 He	10	1	9	1
		20	He + 4 He	10	1	9	1
11 Na	23	22	H ₂ + 5 He	12	1	11	1
		24	He + 5 He	12	1	11	1
13 Al	27,1	26	H ₂ + 6 He	14	1	13	9
		28	He + 6 He	14	1	13	11
15 P	31,0	30	H ₂ + 7 He	16	1	15	27
		32	He + 7 He	16	1	15	73
17 Cl	35,46	34	H ₂ + 8 He	18	1	17	
		36	He + 8 He	18	1	17	
19 K	39,1	38	H ₂ + 9 He	20	1	19	
		40	He + 9 He	20	1	19	

Таблица II.

1	2	3	4	5	6	7	8
Т и п	Смешанный вес	Атомный вес	Компоненты				
			Атомное ядро				
			Матер. частицы ядра с ++ зарядами	Положит. заряд	Ядерн. электроны	Общий заряд ядра	Состав. изот. смеси
4 Be	9.1	8	He + He	4	0	4	
		10	H ₂ + 2 He	6	2	4	1
6 C	12.0	12	He + 2 He	8	0	6	
		14	H ₂ + 3 He	8	2	6	
8 O	16.00	16	He + 3 He	8	0	8	
		18	H ₂ + 4 He	10	2	8	
10 Ne	20.2	20	He + 4 He	10	0	10	
		22	H ₂ + 5 He	12	2	10	
12 Mg	24.3	24	He + 5 He	12	0	12	
		26	H ₂ + 6 He	14	2	12	
14 Si	28.3	28	He + 6 He	14	0	14	
		30	H ₂ + 7 He	16	2	14	
16 S	32.1	32	He + 7 He	16	0	16	
		34	H ₂ + 8 He	18	2	16	
18 Ar	39.9	36	He + 8 He	18	2	18	
		38	H ₂ + 9 He	20	2	18	
20 Ca	40.1	40	He + 9 He	20	2	18	
		40	He + 9 He	20	0	20	
		42	H ₂ + 10 He	22	2	20	
		44	He + 10 He	22	2	20	

В первой графе этих двух таблиц помещен знак *типа элемента* (т. е. того, что раньше называлось элементом, а ныне склонны рассматривать, как смесь нескольких изотопов данного типа) и его порядковое число; во второй графе находится атомный вес этого элемента (смеси), а в третьей—атомные веса изотопов, составляющих *пледу* данного типа.

В остальных 5 графах приводятся сведения о компонентах, образовавших данные изотопы, а именно: в 4-й указан состав каждого изотопа из ядер гелия и водорода, в 5-й—число положительных зарядов ядра, в 6-й—число электронов (отрицательных зарядов), входящих в состав ядра, в 7-й—суммарный положительный заряд ядра и в 8-й—состав изотопной смеси, образующей данный смешанный элемент.

Принятие двух синтетических рядов, которые можно было бы назвать центрогелиевым и центроводородным, основывается на существовании двух радиоактивных рядов распада—ряда урана и ряда тория, которые в своих исходных представителях разнятся по своей ядерной массе на 6 единиц ($4+2$), а также на таких изотопах, как, напр., неона $20=4.5$ и $22=4.5+2$.

До 18-го элемента в означенных таблицах обозначены по 2 изотопа для каждого элемента, и указанные для них атомные веса соответствуют тому атомному весу, который установлен для смешанного элемента, как, напр., Si 28 и 30, а смешанный вес 28,3. Но для аргона в процессе происходит осложнение: при нормальном ходе синтеза должно быть, как это видно из таблицы, два изотопа 36 и 38, но его смешанный атомный вес 39,9 показывает, что должен быть еще по крайней мере один более тяжелый изотоп. Если состав ядер первых двух изотопов будет $\text{He} + 8 \text{He} = 36$ и $\text{H}_2 + 9 \text{He} + 2 (-) = 38$, то для образования третьего $\text{He} + 9 \text{He} + 2 (-)$ приходится допустить новый вид синтеза: вступление лишнего гелиевого ядра с одновременным присоединением двух электронов, т. е. без изменения заряда: первый изотоп $\text{He} + 8 \text{He} = 36$ с 18 зарядами и третий $\text{He} + 9 \text{He} + 2 (-) = 40$ также с 18 зарядами. Если до этого осложнения в ходе синтеза для каждого атомного веса имелось два изотопа разных типов, напр., Mg—24 с 12 зарядами и Na—24 с 11 зарядами, то вследствие указанной новой формы пополнения ядра лишним $\text{He} + 2 (-)$ уже может оказаться три изотопа с одинаковым атомным весом: Ar—40 с 18 зар., K—40 с 19 зар. и Ca—40 с 20 зарядами. Конечно, подсчет всех этих изотопов в данной схеме чисто теоретический, и некоторые из них в действительности, может быть, и не существуют: так, напр., реальные атомные веса углерода 12 и кислорода показывают, что изотопы этих двух элементов с атомными весами 14 и 18, повидимому, не существуют.

Такое осложнение нормального порядка генезиса элементов, т. е. вступление в ядро комбинации $\text{He} + 2 (-)$, повторяется, по мнению Кольвейлера, от времени до времени несколько раз в периодической системе и имеет следствием возрастание теоретического числа изотопов.

Перейдем теперь к участию в синтезе ядер водорода.

По рассматриваемой нами схеме синтез элементов в первой стадии состоит в постепенном накоплении ядер гелия в центроводородном и центрогелиевом рядах при одновременном (не всегда) участии одного или нескольких электронов. Приведенная выше подробная таблица структуры ядер первых 20 элементов дает для некоторых изотопов атомные веса, которые, как мы уже сказали, иногда не совпадают с атомными весами, найденными Aston'ом. Так напр. для лития Кольвейлер дает два изотопа 6 и 8, между тем как у Aston'a изотопы лития 6 и 7; точно так же по схеме Кольвейлера изотопы хлора 36 и 38, Aston'ом же найдены 35 и 37 и кроме того некоторые намеки на существование изотопа 39. Разберемся несколько более подробно в схемах состава ядер некоторых элементарных атомов.

Водород, занимающий первое место в ряду элементов, имеет атомный вес = 1,008; ядро его атома имеет 1 положительный заряд в электронной оболочке атома находится 1 электрон. На втором месте стоит гелий с ядром 4, несущим два положительных заряда; изотопов ни у H, ни у He нет. На 3-м месте стоит литий или,

как теперь принято говорить, *тип* лития или *плеяда* лития со *смешанным* атомным весом 6,94; для него состав ядра, по Кольвейлеру, может быть или $\text{H}_2^{++} + \text{He}^{++} + (-) = 6$ или $\text{He}^{++} + \text{He}^{++} + (-) = 8$, т. е. 2 изотопа с суммарным зарядом ядра, а следовательно и числом внешних электронов, равным $2 + 2 - 1 = 3$, что соответствует порядковому числу типа лития = 3. Но выше было указано, что Aston нашел кроме изотопа 6 другой изотоп с ат. весом 7, а не 8; для такого изотопа вероятная структура ядра будет $\text{He}^{++} + \text{H}_2^{++} + \text{H}^{++} + 2(-) = 7$ с суммарным зарядом ядра также равным 3.

Если к ядрам указанных нами трех возможных изотопов плеяды лития добавится новое ядро гелия, то получатся таковые же изотопы 5-го по порядку типа элемента—изотопы бора 10, 12 и 11; с суммарным зарядом ядра = 5. Aston'ом найдены 10 и 11, т. е. различающиеся от изотопов лития 6 и 7 на 4 единицы; как известно, атомный вес плеяды бора = 10,9. При новой добавке ядра гелия получаются теоретические изотопы плеяды 7-го типа азота 14, 15 и 16 с суммарным зарядом ядра = 7; известен пока один изотоп = 14, хотя смешанный атомный вес = 14,01. При дальнейшей прибавке He^{++} образуются изотопы плеяды 9-го элемента—фтора 18, 19 и 20; из них известен только один 19. Таким же путем получаются 11-ый тип—натрий $19 + 4 = 23$, 13-ый—алюминий— $23 + 4 = 27$ (смеш. ат. вес = 27,1, вероятно есть еще изотоп), 15-ый—фосфор— $27 + 4 = 31$, 17-й—хлор— $31 + 4 = 35$ (кроме того есть изотоп хлора 37 и, может быть, 39), 19-й—калий— $35 + 4 = 39$ и второй изотоп $37 + 4 = 41$ и т. д.

В данном случае мы имели дело с нечетно-валентными элементами; аналогичная схема может быть построена и для четно-валентных. Для 4-го по порядку типа элемента—бериллия—можно построить, по Кольвейлеру, такие структуры ядер: 1) $\text{He}^{++} + \text{He}^{++} = 8$ и 2) $\text{H}_2^{++} + 2 \text{He}^{++} + 2(-) = 10$ с суммарным зарядом ядра = 4; кроме того, возможен по аналогии с литием изотоп $\text{He}^{++} + \text{He}^{++} + \text{H}^{++} + (-)$ с атомным весом 9 и суммарным зарядом = 4. Aston'ом найден изотоп 9 (смешанный же ат. вес = 9,1; очевидно, есть еще по крайней мере один изотоп. При дальнейшей добавке ядер гелия к первым двум изотопам должны последовательно образоваться изотопные ядра—6-го типа (плеяды углерода) $\text{He}^{++} + 2 \text{He}^{++} = 12$ и $\text{H}_2^{++} + 3 \text{He}^{++} + 2(-) = 14$ (известен один изотоп—12), 8-го типа (плеяда кислорода) $\text{He}^{++} + 3 \text{He}^{++} = 16$ и $\text{H}_2^{++} + 4 \text{He}^{++} + 2(-) = 18$ (известен один изотоп 16), 10-го типа (плеяды неона) $\text{He}^{++} + 4 \text{He}^{++} = 20$ и $\text{H}_2^{++} + 5 \text{He}^{++} + 2(-) = 22$ (Aston нашел оба изотопа), 12-го типа (плеяда магния)—24 и 26 (известны 3 изотопа 24, 25, 26, почему можно думать, что для изотопа 25 структура ядра будет $\text{He}^{++} + 5 \text{He}^{++} + \text{H}^{++} + (-) = 25$. Как известно, смешанный атомный вес магния = 24, 32.

На основании вышеизложенного приходится заключить, что при синтезе первых типов элементов очевидно должен принимать участие еще и атом водорода с одним положительным зарядом H^{+} .

После первых 25 типов элементов, размещающихся последовательно в группах 0—7 периодической системы, следуют 3 типа: 26-ой—железо, 27-ой—кобальт и 28-ой—никкель, отнесенные все к 8-ой группе; ход синтеза в этой группе Кольвейлер объясняет тем, что в данной стадии для одного ряда изотопов нарастание массы ядер происходит при помощи H_2 , а не He : $\text{Fe } 56 + \text{H}_2 = \text{Co } 58$; $\text{Co } 58 + \text{H}_2 = \text{Ni } 60$, вследствие чего химические свойства этих трех элементов весьма сходны между собой; то же самое вероятно происходит в группах легких и тяжелых платиновых металлов, а также церитовых.

Таким образом замена гелия водородом в процессе синтеза ведет к образованию так называемых каскадных элементов.

Известное подтверждение гипотезы участия водорода в образовании ядра каскадных элементов Кольвейлер видит в том, что, напр., по наблюдениям Marsden'a и Lantsberry при бомбардировке никеля α -лучами выделяются „водородные“ лучи, которые по аналогии с такими же лучами, происходящими из азота, образуются может быть из атомов никеля; примечательно также и то обстоятельство, что минералы редких земель весьма часто оказываются содержащими водород. Кроме того, на основании астро-спектроскопических наблюдений Локьера, указывающих, что в спектрах более раскаленных звезд замечается исчезновение усиленных линий железа, при одновременном усилении линий водорода, гелия и астерия, этот исследователь полагает, что в состав железа входят или один или, может быть, все указанные элементы.

Итак, следовательно, по рассматриваемой нами схеме синтеза элементов процесс этого синтеза происходит по двум рядам, имеющим в центре ядра He или H₂, главным образом за счет систематического добавления ядер гелия—главного, так сказать, строительного материала. Одновременно с гелием в синтезе принимают участие и электроны, но в небольшом числе, причем нарастание числа электронов происходит не систематически, а спорадически. То же самое имеет место и для водорода, который принимает более усиленное участие только в некоторых стадиях синтеза, а именно—при синтезе каскадных элементов 8-ой группы и редких металлов церитовой группы.

Когда химик имеет дело со сложной молекулой, то одной из первых задач для него является раскрытие порядка распределения атомов внутри молекулы—ее структуры. Вполне естественно возникает, для рассматриваемой нами схемы, такой же вопрос и относительно структуры атомных ядер из ядер гелия, водорода и из электронов. В каждом из двух рядов, центроводородном и центрогелиевом, около центральных He или H₂ группируются остальные структурные элементы в таком порядке: каждая надбавка к ядру массы и электронов, сопровождающаяся возрастанием суммарного заряда на 1 положительный заряд, дает элемент ближайшего порядкового номера, т. е. ближайшей группы периодической системы, надбавка же с 2-мя положительными зарядами дает элемент второй ближайшей группы.

Если взять изотопный ряд, первый член которого, предположим, будет H₂+He+H+2(—), т. е. масса 7 с суммарным зарядом 3, т. е. типалития, то при постепенной надбавке ядер He получатся изотопы бора 11, азота—15, фтора—19 и при надбавке 4-го ядра He—изотоп натрия, т. е. опять элемент 1-ой группы, но уже не с 3-мя, как у лития, положительными зарядами, а с 11-ью, т. е. на 8 зарядов более. Таким образом, если нарастание массы ядра сопровождается увеличением заряда ядра на 8 единиц, то образуется тип с аналогичными химическими свойствами; это нарастание ядра на массу с 8 зарядами очевидно вводит устойчивую группировку, не меняющую главнейших химических свойств первоначального типа.

Если исходить из гелия, то каждая надбавка масс с одним положительным зарядом первой, второй до восьмой дает структуры с негруппированными массами и зарядами, относящиеся последовательно к 1—7 группам; при массе же с 8 зарядами происходит группировка, дающая неон—элемент 0-вой группы, т. е. с отсутствием химических свойств. То же самое повторяется при образовании второй группировки 8-ми зарядов: в заключение получается опять элемент 0-ой группы—аргон, но когда этот процесс синтеза происходит третий раз, то при этой группировке масс с 8-ью зарядами происходит, по мнению Кольвейлера, существенное изменение: в ядро начинают входить новые массы, но не гелия, а водорода, вследствие чего при 8 зарядах не получается благородного газа, а элемент 8-ой группы—железо, а затем другие каскадные элементы; и когда дальнейший синтез элементов возобновляется

в прежнем порядке, т. е. за счет ядер гелия, то получающиеся типы элементов уже существенно отличаются по своим свойствам от предшествовавших аналогов: напр., Cu и K , Zn и Ca и т. д. Таким образом в этой стадии синтеза новый благородный газ получается после того, как число негруппированных зарядов возросло от 0 при аргоне до 17 при Br ; 18-й заряд—дает криптон и затем число негруппированных масс с зарядами постепенно опять нарастает от 0 до 17 при J , с попутным образованием каскадных элементов.

Перейдем теперь к вопросу о связи химических и физических свойств со структурой атома и распределением в нем составляющих его компонентов и для этого дополнительно коснемся строения электронной оболочки, окружающей положительно заряженное плотное ядро атома. Число электронов в этой оболочке, как мы уже сказали, определяется порядковым числом каждого типа элементов. Согласно с гипотезой Резерфорда—Бора, эти электроны движутся по орбитам, расположенным концентрически около центрального плотного положительного ядра; чем больше число электронов, тем больше орбит с электронами. Стремление найти закон распределения электронов по орбитам вызвало ряд гипотез рабочего характера, так сказать, пробных: такова, напр., схема Н. Бора, предположенная им для первых 24 элементов и представленная на следующей таблице (в III—VII графах—число электронов).

I	II	III	IV	V	VI	VII
Порядковое число	НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	1-ая орбита внутр.	2-ая орбита	3-ья орбита	4-ая орбита	5-ая орбита
1	Водород H	1	—	—	—	—
2	Гелий He	2	—	—	—	—
3	Литий Li	2	1	—	—	—
4	Бериллий Be	2	2	—	—	—
5	Бор B	2	3	—	—	—
6	Углерод C	2	4	—	—	—
7	Азот N	4	3	—	—	—
8	Кислород O	4	2	2	—	—
9	Фтор F	4	4	1	—	—
10	Неон Ne	8	2	—	—	—
11	Натрий Na	8	2	1	—	—
12	Магний Mg	8	2	2	—	—
13	Алюминий Al	8	2	3	—	—
14	Кремний Si	8	2	4	—	—
15	Фосфор P	8	4	3	—	—
16	Сера S	8	4	2	2	—
17	Хлор Cl	8	4	4	1	—
18	Аргон Ar	8	8	2	—	—
19	Калий K	8	8	2	1	—
20	Кальций Ca	8	8	2	2	—
21	Скандий Sc	8	8	2	3	—
22	Титан Ti	8	8	2	4	—
23	Ванадий V	8	8	4	3	—
24	Хром Cr	8	8	4	2	2

Как видно из таблицы, на каждой из орбит максимальное число электронов равно 8, что соответствует указанной нами выше группировке положительных зарядов в ядре также по 8 вместе. На самых внешних орбитах находится не более 4-х электронов и они являются подвижными в том смысле, что могут оставлять тело

атома выделяясь в окружающую среду, и тогда нейтральный атом становится положительно заряженным, превращается в положительный ион; наоборот, при вхождении в тело атома лишнего числа электронов сверх порядкового числа атом становится отрицательно заряженным — отрицательный ион. Должно заметить, что такая схема Бора, по мнению некоторых, не вполне удовлетворительно объясняет проявления валентности атомов при образовании ими соединений: так, напр., атом хлора на своих двух внешних орбитах имеет $4 + 1 = 5$ электронов, участвующих в проявлении валентности, между тем, как хлор может проявлять семивалентность. Но для правильного суждения по этому вопросу необходимо иметь в виду, что участие электронов в образовании соединений между атомами, по всей вероятности, ведет к их дислокации, смещению с занимаемых ими по отношению к другим электронам и к положительному ядру позиций. Так, напр., у двух атомов водорода, соединившихся в молекулу, оба электрона не остаются на своих прежних отдельных орбитах, а, по мнению Бора, вращаются на одной общей орбите, расположенной между обоими атомами. Поэтому можно думать, что такое смещение электронов, находящихся на внешних орбитах, должно оказывать влияние на электронный рой ближайших внутренних орбит и даже, может быть, вызвать перемещения.

Есть и другие схемы распределения электронов, напр., схема Debye и Kroo, по которой на самой внутренней орбите находится 3 электрона, на следующей — 7 и т. д.; но и эти схемы в некоторых случаях не соответствуют проявлениям валентности. Остается только надеяться, что дальнейшее расшифрование спектров, как явлений, тесно связанных с нахождением электронов на орбитах и переходом их с одной орбиты на другую, прольет свет и на эту темную область, освещаемую пока только малообоснованными гипотезами.

Итак, „неделимый“ атом в настоящее время представляется нам сложной структурой, чем-то вроде планетной системы; состав его разнороден: плотное ядро состоит из ядер гелия, водорода и может быть других каких-либо ядер, а также из небольшого числа электронов; составные части этого ядра, вероятно, группируются в отдельные, более или менее устойчиво связанные между собой системы, располагающиеся друг относительно друга в известном порядке; у обычных элементов вся ядерная конструкция вполне устойчива; при обычных условиях у радиоактивных элементов, напротив, конструкция неустойчива и ведет к постепенному, более или менее быстрому, распаду.

Такое плотное ядро окружено электронной оболочкой. Спрашивается, какую роль играют ядро и его оболочка в физических и химических свойствах.

Основным фактором, определяющим положение каждого элементарного типа в периодической системе, т. е. его порядковый номер, является размер положительного заряда ядра или, что то же самое, число электронов в оболочке. Проявление одинаковых химических свойств у аналогичных элементов вертикального ряда имеет место при одинаковом заряде ядра или оболочки (изотопы) или при разнице этих зарядов сперва на 8 единиц, затем на 18 и наконец на 32; напр.:

Номер типа	4	Be	12	Mg	20	Ca	38	Sr	56	Ba	88	Ra
(заряд)												

Разница за- рядов		8		8		18		18		32		
----------------------	--	---	--	---	--	----	--	----	--	----	--	--

Номер типа	6	C	14	Si	22	Ti	40	Zr	58	Ce	90	Th
(заряд)												

Разница за- рядов		8		8		18		18		32		
----------------------	--	---	--	---	--	----	--	----	--	----	--	--

Наростание заряда ядра на единицу (сопровожаемое у изотопов нарастанием массы ядра) изменяет резко химические свойства типа, переводя его в следующую

группу аналогичных элементарных типов, причем, конечно, изменяется на единицу и число отрицательных зарядов электронной оболочки.

Таким образом центральным фактором, определяющим химические свойства типа элемента, является заряд его плотного ядра и в известной степени массы; мы потому говорим „в известной степени“, что одному и тому же заряду могут соответствовать несколько разных масс, смотря по их составу из ядер гелия, водорода и электронов. Размер этого заряда обуславливает положение элемента в той или другой группе периодической системы и, следовательно, изменение его свойств, но состав массы, связанной с зарядом, также оказывает влияние на характер изменения свойств. При нарастании массы, а вместе с сим и заряда за счет ядер гелия, происходит резкое изменение свойств—переход элемента из одной группы в другую; если же это нарастание идет за счет ядер водорода, то, по Кольвейлеровскому мнению, несмотря на нарастание заряда, химические свойства сравнительно мало изменяются, как это мы видим в ряду каскадных элементов. Вместе с сим размер заряда ядра определяет и размер отрицательного заряда электронной оболочки. Разница между положительным зарядом ядра и отрицательным зарядом оболочки состоит в том, что первый ни при каких процессах, как физических, так и химических, не изменяется (исключая, конечно, радиоактивные вещества), второй же несомненно меняется при различных воздействиях. При равенстве обоих зарядов атом нейтрален; при выделении из сферы атома или при вхождении в нее нескольких электронов атом ионизируется, получается ион положительный или отрицательный. Исследование каналовых лучей ртути, напр., показало существование иона ртути с 8-ью положительными зарядами, но такая крупная потеря электронов, очевидно, не затрагивает существенно атомного ядра, ибо эти недостающие электроны легко могут быть возвращены электронной оболочке ртутного атома, становящегося при этом нейтральным атомом; напротив, при выделении электрона из ядра атома при радиоактивном распаде получается новый элемент, который при постоянных условиях не может воспринять обратно в свое ядро этот электрон и тем воссоздаться в первоначальный элемент.

Таким образом изменение числа внешних электронов атома, изменение валентности, конечно, изменяет химические свойства атома, но временно, не затрагивая его основной природы.

Целый ряд физических свойств, связанных с массой, как, напр., теплоемкость, связан вместе с тем и с ядром, другие же, напротив, очевидно находятся в связи с электронной оболочкой; таковы, напр., спектральные явления, обуславливаемые, по теории Бора, переходом электронов с одной орбиты на другую.

Все вышеизложенные соображения создались на почве модели атома, предложенной Резерфордом и развитой Бором. Конечно, это не есть единственная модель: еще раньше Томсон высказал гипотезу совершенно обратной конструкции атома, а именно, положительно заряженной оболочки, внутри которой вращается по орбитам рой электронов, но эта модель имела меньший успех и не была так подробно разработана. Недавно была предложена еще одна модель, а именно: в центре рой электронов, окруженных плотной положительно заряженной оболочкой, которая в свою очередь окружена электронной оболочкой; такая модель в известной степени комбинирует вместе модели Томсона и Резерфорда; так как последняя допускает присутствие электронов не только во внешней оболочке, но и в положительном ядре, то является вопрос, где помещаются эти ядерные электроны: в самом плотном ядре в прочной связи с положительными зарядами его масс, или же в виде внутреннего роя, как это предполагает последняя модель. Вопросы эти ждут в дальнейшем ответа, но пока можно сказать, что из всех моделей атома Резерфордовская оказалась пока наиболее соответствующей современным течениям научной мысли и наиболее разработанной.

Рассмотренная нами схема генезиса элементов Кольвейлера и не полна и не совершенна; предстоит еще громадный труд, как по постановке экспериментов, необходимых для разрешения тех или других вопросов, связанных с идеей синтеза элементов, так и

по построению гипотез, долженствующих раскрыть процесс создания элементов. Разрешение этих задач усложняется еще тем обстоятельством, что кроме чисто структурной стороны синтеза элементов из первичных строительных материалов, должна быть еще учтена энергетическая сторона этого процесса.

Изучение радиоактивных процессов со стороны влияния на них изменения физических условий—главным образом температуры—дало пока отрицательный ответ: мы не в состоянии повлиять ни на направление процесса, ни на его скорость. Но вряд-ли можно утверждать, что этот процесс, поставленный в другие физические условия, напр., при температурах в сотни, тысячи и т. д. раз больших, чем те, которые для нас теперь доступны, также останется неизменным, т. е. сохранит и направление и скорость. Резерфордский опыт расстрела атомов азота α -частицами в известной мере говорит против такой безнадежности влиять на процесс: нерушимый атом азота не выдерживает удара α -частицы, двигающейся со скоростью около 20,000 километров в секунду, и распадается.

Далее: распад элементов наблюдался до сих пор главным образом для последних членов периодической системы, обладающих большим атомным весом, и можно было бы думать, что остальные являются устойчивыми и не подвергаются распаду. Но самое обнаружение распада зависит от степени чувствительности методов наблюдения; при меньших скоростях как α -так и β -частицы могут и не быть открыты; примером этого являются превращения актиния и мезотория, для которых не установлено точно существование излучения; возможен и такой случай, что электрон, выделяющийся из ядра атома, настолько не энергично выделяется из него, что попав в электронную сферу атома, он выталкивает из нее один из электронов и сам становится на его место, что также не может быть обнаружено. Таким образом возможно, что распад атомов идет по всей линии периодической системы, но с такой медленностью и с такой малой интенсивностью, что ускользает от нашего наблюдения; для калия и рубидия его, впрочем, удалось обнаружить.

Несомненно существующий распад радиоактивных элементов и нарастающее убеждение в сложности элементов возвращают нас к построениям алхимиков, веривших в возможность превращения металлов, в возможность получения золота из свинца и других металлов. Путь для такого превращения в настоящее время теоретически намечается: при выделении из ядра свинцового атома массы в 10 единиц (допустим $2\text{ He} + \text{H}_2$) и понижении суммарного заряда ядра с 82 до 79, т. е. на 3 заряда, должно получиться ядро атома золота. Но сделать это путем наших воздействий на свинец, вызвать этот распад, как мы уже сказали, мы не можем и особенно надеяться на успехи технических средств для этой цели также не можем. Может-быть, это превращение, этот распад и в настоящее время происходит в природе; может быть, обычное присутствие небольших количеств золота в рудах свинца и является следствием такого распада свинца, а не случайной подмеси золота; но в таком случае медленность этого процесса столь велика, что наши аналитические средства не могут его открыть, повлиять же на эту скорость мы пока не в состоянии: наши воздействия затрагивают электронные внешние области атома, ядро нам пока вообще недоступно, если не считать Резерфордского расстрела азотного ядра мощными ударами α -частиц.

Что касается противоположного пути—синтеза элементов из ядер гелия, водорода и электронов, то нет никаких данных ни относительно совершения его в настоящее время в природе, ни о возможности его искусственного осуществления.

Мы все время трактуем вопрос о синтезе элементов, но освещаем его при помощи фактов обратного явления—распада: это представляет известный дефект: ведь возможно представить себе космическую историю материи, как историю бесконечно длящегося распада одного или нескольких первичных видов материи, напр. хотя бы урана и тория; актиния можно не считать, так как вследствие ряда соображений он учитывается также, как один из продуктов распада урана. Но астрофизические данные и космогенные гипотезы говорят сильно в пользу возможности синтеза настоящих элементов, и тогда явления распада могут быть рассматриваемы,

как следствия того, что продукты синтеза, происходившего при одних физических условиях, начинают дезинтегрироваться, попав в другие условия, подобно тому, как напр., окись азота, образующаяся из азота и кислорода при температуре выше $2,000^{\circ}$, начинает по мере охлаждения распадаться обратно на ее компоненты.

В виду этого, раскрытие закона синтеза или распада элементов, который мы пытаемся расшифровать, пользуясь и периодической системой наших земных элементов, как бы отражением или осуществлением этого закона, представляет задачу большой трудности, если мы учтем колоссальную длительность этого процесса в космосе и изменение физических условий в течение этих процессов. Периодическая система с ее 92 типами элементов представляет, вероятно, конечный результат в данный момент того продолжительного и колоссального по объему процесса синтеза протоэлементов и распада образовавшихся из них сложных продуктов—элементарных типов, который происходил в разные моменты времени при различных энергетических условиях как в сгустке материи, составляющей наш земной шар, так и в других сгустках—небесных телах; может-быть, первоначальные стадии этого процесса происходили еще до дифференцировки крупных участков космического пространства, наполненного однородно материей, на отдельные связанные между собой конденсаты—системы небесных тел вроде солнечной и т. д.

Если знаменитому ученому Вант'Гоффу удалось при помощи ряда сравнительно простых опытных исследований нарисовать в общих чертах картину тех последовательных геологических событий, которые совершались в местности около Магдебурга, где вахаются мощные залежи разнообразных калийных и прочих солей, образовавшихся при испарении морской воды, то задача выяснения генезиса современных элементов из первичных видов материи является неизмеримо более трудной и громадной по ее размерам; мысль исследователя, подошедшего к этой задаче, невольно должна чувствовать известный трепет и сомнение в пригодности для решения этого вопроса как современного человеческого мыслительного аппарата, так и технических средств, находящихся в его распоряжении для производства необходимых экспериментов.

Но если исследователь, бросив ретроспективный взгляд на развитие научной химии за последнее столетие, учтет, какие колоссальные успехи достигнуты за это время физикой и химией в раскрытии явлений в области невидимого мира атомов и молекул, учтет, что хотя он еще не видит самого атома, но может видеть искру от удара об экран одного, напр., ядра атома гелия, той ничтожной частички материи, которой требуется для наполнения пузырька газа (при 0° и атм. давлении) размером в булавочную головку около 45,000,000,000,000,000 частиц, т. е. около 45 квадрильонов, то вряд-ли ему может быть брошен упрек в излишней самонадеянности, когда он, вспомнив слова Гете: *Wage du zu irren und zu träumen*, бодро примется за дальнейшую работу разрешения мировой загадки—процесса образования элементов.

В. Тимофеев.