

Журнал "Наука и жизнь"

№07, 1946

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 03
ББК 92
Ж92

Ж92 Журнал "Наука и жизнь": №07, 1946 / – М.: Книга по Требованию, 2021. – 51 с.

ISBN 978-5-458-59305-2

«Наука и жизнь» — ежемесячный научно-популярный иллюстрированный журнал широкого профиля. Основан в 1890 году. Издание возобновлено в октябре 1934 года. Тираж журнала в 1970-х—1980-х годах достигал 3 миллионов экземпляров и являлся одним из самых высоких в СССР. Тираж на 2009 год — около 44 000 экземпляров. Журнал всегда был рассчитан на широкий круг читателей всех возрастов и профессий и остается самым известным и читаемым научно-популярным журналом в России. Журнал публикует только достоверную информацию преимущественно из "первых рук" от ведущих ученых и специалистов и популяризует знания в доступной форме, но, цитируя основателя журнала М.Н.Глубоковского, "... не впадая в бульварный тон, стоя в стороне от всякой тенденциозности и политиканства".

ISBN 978-5-458-59305-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

атмосферы; так, радиация короче 175μ поглощается кислородом на высоте больше 100 км; область спектра от 175μ до 180μ поглощается озоном в стратосфере, и радиация короче 290μ до земной поверхности практически не доходит.

Вопрос о постоянстве солнечного излучения за последние 40 лет усиленно изучался в США. В настоящее время пришли к выводу, что практически солнечное излучение не меняется со временем (исключая отдельные случаи усиленной деятельности Солнца), и так называемая солнечная постоянная, т. е. напряжение солнечного излучения на границе земной атмосферы, в одну минуту на 1 см^2 перпендикулярной поверхности равняется 1,88 малых калорий (при среднем расстоянии между Землей и Солнцем).

Зная величину солнечной постоянной, можно рассчитать для любого места земного шара, сколько тепла солнечной радиации получилось бы горизонтальной поверхностью за сутки, месяц, год; эти суммы будут меняться в зависимости от широты места и склонения Солнца.

В табл. 1 приведен расчет притока тепла солнечной радиации к земной поверхности для двух дней в году (за сутки): летнего солнцестояния (22 июня) и зимнего солнцестояния (22 декабря), причем расчет дан как для случая отсутствия атмосферы, так и для атмосферы с коэффициентом прозрачности 0,7 но при полном отсутствии облачности.

В этой таблице принято, что при отсутствии атмосферы и при среднем расстоянии между землей и солнцем в день равноденствия единицей горизонтальной поверхности получается 1000 условных единиц тепла.

Таблица 1

СУММЫ ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В УСЛОВНЫХ ЕДИНИЦАХ ДЛЯ СЛУЧАЯ ОТСУТСТВИЯ АТМОСФЕРЫ И ПРИ АТМОСФЕРЕ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ПРОЗРАЧНОСТИ 0,7

Широта	0°	20°	40°	60°	80°	90°
Без атмосферы						
Летнее солнцестояние . . .	917	1 087	1 152	1 137	1 232	1 250
Зимнее солнцестояние . . .	917	659	348	54	0	0
При атмосфере						
Летнее солнцестояние . . .	538	660	682	604	514	511
Зимнее солнцестояние . . .	538	337	120	1	0	0

Таблица позволяет сделать следующие ценные выводы. В день летнего солнцестояния для случая отсутствия атмосферы тепла солнечной радиации на полюсе получается на 36% больше, чем на экваторе, и даже при наличии атмосферы с таким небольшим коэффициентом прозрачности, как 0,7, практически на полюсе получается столько же тепла, сколько и на экваторе. Происходит это оттого, что на полюсе в это время длится непрерывный полярный день, на экваторе

$1 \mu = 0,001 \mu = 10^{-6}$ метра.

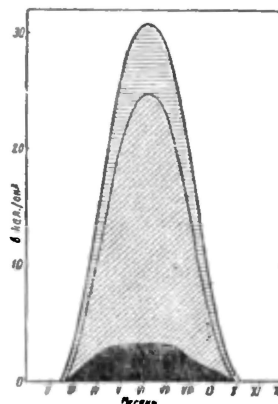


Рис. 4 Приток тепла солнечной радиации для бухты Тихой

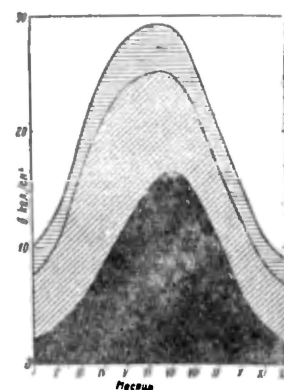


Рис. 5 Приток тепла солнечной радиации для Ташкента

же день длится каждые сутки 12 часов. В день зимнего солнцестояния, начиная с широты 66° и выше к полюсу солнца совсем нет, а для экватора в этот день тепла солнечной радиации получается столько же, сколько и в день летнего солнцестояния.

Интересно подсчитать, как менялся бы приток тепла солнечной радиации от месяца к месяцу на различных широтах при том коэффициенте прозрачности атмосферы, который наблюдается в действительности при безоблачном небе.

Результат такого расчета показан на рис. 2, на котором дан приток тепла солнечной радиации для 15-го числа каждого месяца: для экватора — сплошная кривая, для широты Москвы — пунктирная кривая и для полюса — прерывистая кривая. Подсчет дан в больших калориях на 1 см^2 горизонтальной поверхности за сутки. Этот рисунок показывает, что на полюсе с середины мая до конца июня радиации получается больше, чем на экваторе. В Москве в мае, июне, июле и до половины августа радиации получается тоже больше, чем на экваторе.

Таков был бы приход солнечной радиации, если бы небо все время оставалось безоблачным. Но этого в действительности нет, наличие облачности изменяет в действительности теоретически вычисленный приток радиации, и реальный солнечный климат значительно отличается от солярного.

Это иллюстрируется рисунком 3, на котором показан приток тепла солнечной радиации в годовом ходе на 1 см^2 горизонтальной поверхности для трех пунктов Союза: бухты Тихая на Земле Франца-Иосифа, Павловска и Ташкента. Рисунок показывает, как сильно отличается приток тепла в разные месяцы. Для бухты Тихой с октября по февраль никакого притока радиации нет. Максимум получается в июне — 3,2 больших калорий, а в Ташкенте в этом месяце мы имеем 16,8 больших калорий, т. е. в пять раз больше.

Какой приток тепла солнечной радиации получается в действительности в различных местах нашего Союза по сезонам и за год в среднем по многолетним наблюдениям, видно из табл. 2.

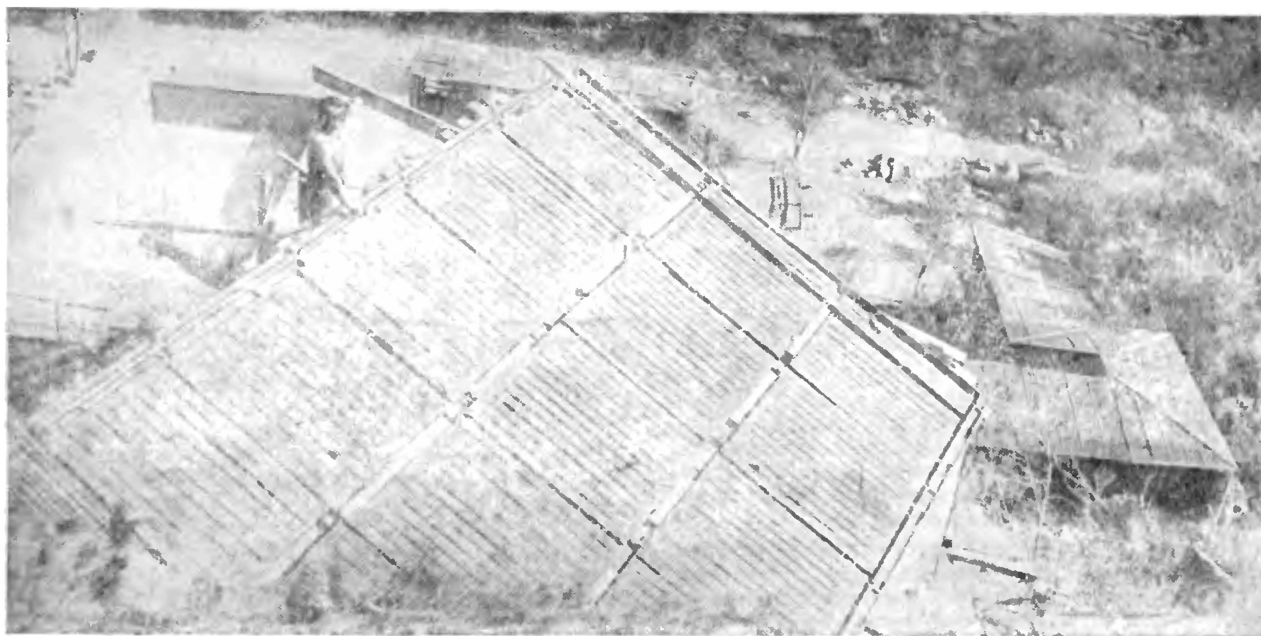


Рис. 6. Монтаж солнечного водонагревателя системы Н. Г. Трофимова на курорте «Анташ». На фотографии видны отдельные монтируемые секции водонагревателя, еще не покрытые стеклом

Таблица 2
СУММА ТЕПЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ (В БОЛЬШИХ КАЛОРИЯХ НА СМ²) НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПУНКТОВ СССР

Пункты	Широта	Зима	Весна	Лето	Осень	Всего за год
Бухта Тихая . .	80,3°	0	5,9	8,0	0,5	14,3
Бухта Тикси . .	71,6°	0,2	12,5	13,2	1,8	27,7
Якутск . . .	69,0°	1,6	19,1	24,4	5,1	50,1
Павловск . .	59,7°	0,9	14,6	31,3	3,9	55,6
Евпатория . .	45,2°	3,8	21,6	37,3	15,8	78,5
Владивосток .	43,1°	12,0	19,0	14,4	14,6	60,0
Тбилиси . . .	41,7°	6,5	20,7	33,1	14,8	75,2
Ташкент . . .	41,3°	7,2	25,9	41,9	21,3	101,2

Сравним количество тепла, получаемого этими местами, по отдельным сезонам. Зимой больше всего солнечного тепла приходится на Владивосток, а минимальное количество — на бухту Тихую, где в это время года солнце совсем не показывается из-под горизонта. Весной, летом и осенью максимальные величины принадлежат Ташкенту. Для всех восьми пунктов в летний сезон получается наибольшее количество тепла, исключая Владивосток, для которого максимум приходится на весну, летом же там получается немного больше тепла, чем зимой. Как видно, солнечный климат Владивостока значительно отличается от других пунктов.

Интересно сравнить приток тепла солнечной радиации, который действительно получается в том или другом месте, с теоретическим притоком. Теоретический приток может быть двух родов: приток тепла солнечной радиации, рассчитанный для случая отсутствия атмосферы, и приток, рассчитанный для идеальной атмосферы (идеальной атмосферой мы называем абсолютно чистую и сухую атмосферу, т. е. без пыли и водяных паров). Такое сравнение очень наглядно покажет нам

роль земной атмосферы в уменьшении притока солнечной радиации. Для ряда мест нашего Союза такой расчет недавно был выполнен Т. Т. Плешковой. Заимствую из ее работы два примера, иллюстрирующих приток тепла солнечной радиации для случаев отсутствия атмосферы, идеальной атмосферы и реальной атмосферы в таких сильно различных по климату пунктах, как бухта Тихая и Ташкент (рис. 4 и рис. 5).

Верхняя кривая показывает приток тепла, который получился в случае отсутствия атмосферы, средняя кривая — приток для идеальной атмосферы, а нижняя — для реальной. Таким образом, заштрихованное на рисунках горизонтальной штриховкой задерживается идеальной атмосферой, заштрихованное косой штриховкой задерживается атмосферой в естественных условиях, а зачерненное сплошь — доходит до земной поверхности. Рисунки наглядно показывают, как много тепла солнечной радиации не доходит до земной поверхности из-за влияния атмосферы, особенно для северных районов.

Современные методы актинометрии позволяют учитывать приток солнечной радиации с необходимой точностью. Если иметь большое число регистрирующих станций, мы можем установить, каким запасом солнечной лучистой энергии обладает тот или другой район, а это имеет большое практическое значение.

Вполне естественно должен возникнуть вопрос: если вся используемая сейчас на Земле энергия имеет своим первоисточником солнечные лучи, нельзя ли непосредственно использовать солнечную лучистую энергию для получения нужной работы? Ведь в солнечных лучах мы имеем неисчерпаемый источник энергии.

Сделаем небольшой расчет.

Принимая для простоты расчета, что солнечная постоянная равняется 2 малым калориям, и исходя из размеров Земли, можно подсчитать, что в течение 1 часа на земной шар падает сол

нечная энергия, равная $2 \cdot 10^{14}$ л. с., а в год это даст около $2 \cdot 18^{18}$ часов/л. с. Можно считать, что современная годовая потребность человека в энергии для всей Земли равняется приблизительно $2 \cdot 19^{19}$ часов/л. с. Таким образом, Солнце может нам дать в миллиард раз больше того, что сейчас нужно.

Предположим, что солнечная радиация будет нами поглощаться для использования на таком месте земного шара, где она сейчас пропадает бесполезно, например в пустыне Сахара. Зная площадь этой пустыни, можно подсчитать, что если использовать только 1% солнечной лучистой энергии, падающей на площадь Сахары в течение года, то это даст количество энергии в десять раз больше необходимой для всего человечества.

Если бы использовать тепло солнечной радиации, падающей на $1/10$ площади территории СССР, то, по подсчетам Б. П. Всейберга, мы получили бы энергию, равную работе 30 тысяч Днепроев. Вот каким громадным источником энергии располагаем мы в солнечных лучах.

В каком положении находится сейчас вопрос о непосредственном использовании солнечной радиации?

Первые попытки непосредственно использовать энергию солнечной радиации относились к концентрации солнечных лучей с помощью больших сферических зеркал, но большого успеха в этом направлении не было достигнуто, так как установки были очень громоздки, сложны в обслуживании и экономически не выгодны.

Гораздо лучшие результаты дал метод, предложенный еще в 1770 г. швейцарским физиком Сосюром. Сосюр предложил использовать свойство обыкновенного оконного стекла, хорошо пропускать сквозь себя сравнительно коротковолновую солнечную радиацию и не пропускать длинноволновую, так называемую тепловую.

Предположим, мы имеем зачерненный внутри деревянный ящик без крышки, закрытый стеклом и поставленный так, что солнечные лучи падают на стекло перпендикулярно. Тогда лучи солнца в большей своей части пройдут через стекло, войдут в ящик и, поглотившись черными стенками ящика, нагреют их. Нагретые стенки становятся сами источником невидимого инфракрасного длинноволнового излучения, но для этой радиации стекло не прозрачно. Таким обра-

зом, если стенки и дно ящика сделать малотеплопроводными, тепло солнечной радиации будет накапливаться в ящике и, как следствие, в нем будет повышаться температура. В 1896 г. Джон Гершель на мысе Доброй Надежды в ящике, устроенном по этому принципу, получал температуру до 116° , кипятил в нем воду, тушил мясо и овощи. Построенная по этому же принципу в Америке, в обсерватории на горе Вильсон, солнечная кухня давала температуру до 150° , что позволяло печь хлеб и готовить разнообразные кушанья; кроме того, эта кухня давала через каждые два часа ведро кипящей воды.

Блестящих результатов по использованию солнечной радиации достиг у нас в Союзе К. Г. Трофимов в Ташкенте. В основу своих конструкций К. Г. Трофимов положил принцип горячего ящика Сосюра. Им был прекрасно разрешен вопрос о теплоизоляции. Применив слоистую изоляцию, он значительно увеличил эффективность работы своих установок, что видно из табл. 3, дающей температуру в солнечном поглотителе его системы для одного из солнечных дней.

Таблица 3
ТЕМПЕРАТУРА В СОЛНЕЧНОМ ПОГЛОТИТЕЛЕ
К. Г. ТРОФИМОВА

Время	5 ч. 30 м.	6 ч.	7 ч.	8 ч.	9 ч.	10 ч.	11 ч.	12 ч.	13 ч.
Температура	58°	85°	122°	150°	179°	197°	207°	214°	221°
Время	14 ч.	15 ч.	16 ч.	17 ч.	—	—	—	—	—
Температура	224°	225°	225°	222°	—	—	—	—	—

Как видно, начиная с восхода Солнца, температура быстро повышается, достигает к полудню более 200° и в таком положении держится долгое время.

Водонагреватели системы К. Г. Трофимова получили значительное распространение в Узбекской ССР. — там в 1936 г. были установлены солнечные котлы (с водой) общей площадью $3\,000\text{ м}^2$. Эти водонагреватели используются для самых разнообразных целей: для снабжения горячей водой квартир, прачечных, душевых устройств. В

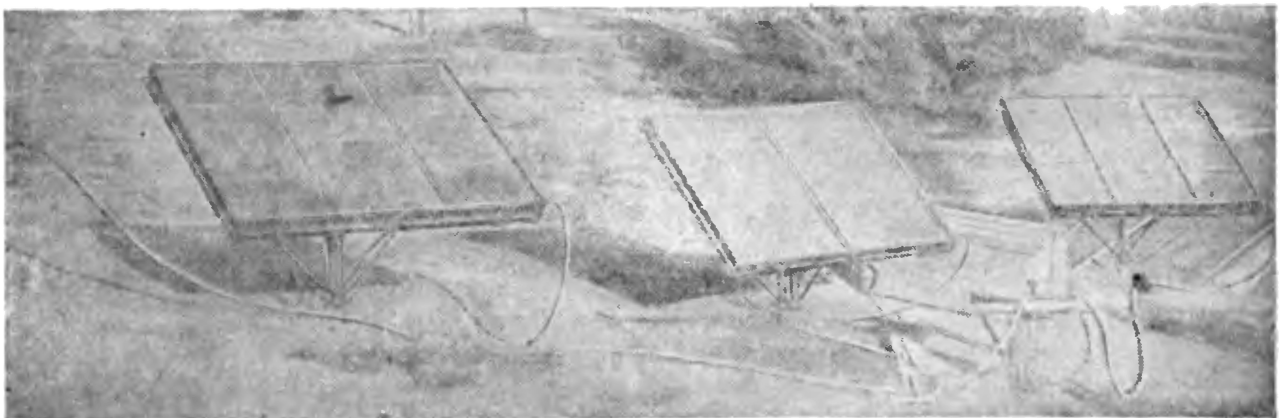
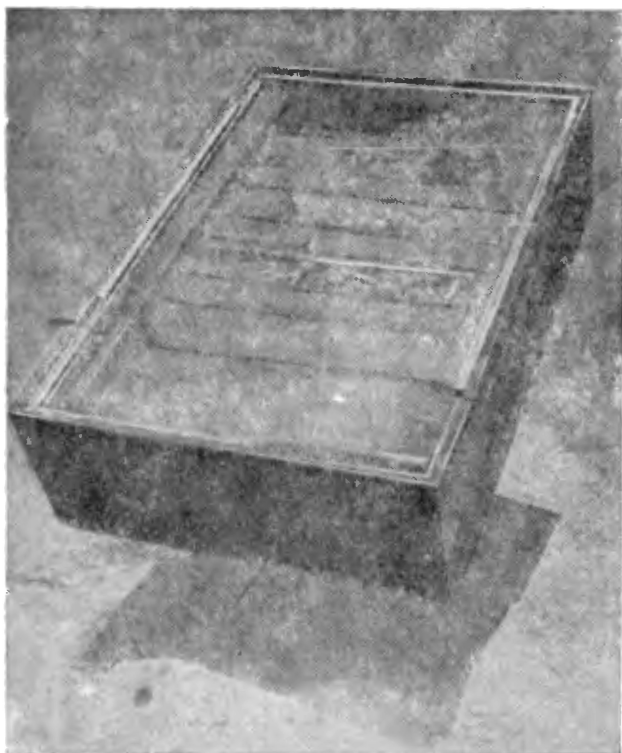


Рис. 7. Три опытных солнечных кипятильни системы К. Г. Трофимова, установленные в саду Ташкентской Геофизической обсерватории

различных местах Узбекистана в 1936 г. работало 20 солнечных кипятильников. Первая опытная солнечная баня, построенная в 1932 г. при Ташкентской геофизической обсерватории, пропустила несколько тысяч человек, не истратив ни одного килограмма горючего. В условиях Узбекистана 1 м² солнечного водонагревателя заменяет собой по производительности 250 кг каменного угля, так что использование их вполне рентабельно.

Для пустынных районов иметь возможность опреснить воду — это значит освоить пустыню, так как есть целый ряд пустынь с соленой водой. Поэтому вопрос о постройке солнечных опреснителей вызывал интерес уже давно, и работы в этом направлении производились в Америке и в Африке (в Алжире).

У нас в СССР К. Г. Трофимов построил несколько типов солнечных опреснителей. Они разделяются на вращающиеся и неподвижные, а также на простые и регенеративные (регенеративными называются такие установки, в которых выделяемое при конденсации тепло не пропадает, а идет на последующее испарение воды). По подсчетам К. Г. Трофимова, при работе опреснителей в условиях Ташкента неподвижные, т. е. не двигающиеся за Солнцем, опреснители с 1 м² рабочей поверхности могут дать в день 5–6 л пресной воды, а вращающиеся — 8–9 л; регенератив



Р и с. 8. Конструкция системы К. Г. Трофимова для выплавки серы из руды с помощью солнечных лучей

ные неподвижные могут дать 10–12 л, а вращающиеся — 16–18 л.

Солнечный опреснитель системы К. Г. Трофимова состоит из ящика высотой 1 м, установленного наклонно. На дне ящика лежит металлический зачерненный лист, на котором строго горизонтально проведены желобки, в которые наливается соленая вода, поступающая из бака, расположенного выше. Такой ящик закрывается стеклом, нижним своим концом упирающимся в металлический желобок, в котором собирается сконденсированная пресная вода. Установка эта работает следующим образом.

Солнечные лучи, пройдя через стекло, падают на воду и зачерненную поверхность листа и нагревают воду. Вода испаряется и затем конденсируется на внутренней поверхности стекла, покрывая его тонкой пленкой. Полученная пресная вода стекает по наклонному стеклу вниз в желобок, откуда и собирается. Работая в окрестностях Ташкента, вращающийся опреснитель может дать 1000 л, а неподвижный — 700 л пресной воды в год с 1 м² рабочей поверхности.

Тепло солнечной радиации может быть использовано непосредственно и в ряде других случаев, — так, например, гелиосушкилки для сушки фруктов и шелковичных коконов вполне себя оправдали в работе. Гелиотеплицы тоже оказались вполне пригодными для работы. На курортах солнечные лучи используют для нагрева грязи и прогревания тела человека, помещенного в застекленный футляр (работы д-ра П. И. Нанни в Феодосии).

За последние годы намечался еще один метод непосредственного использования солнечной радиации — превращение ее в электрическую энергию. Это — фотоэлектрические токи, даваемые фотоэлементами, которые освещены солнечными лучами. Правда, электроэнергия, даваемая фотоэлементами, еще совершенно ничтожна, но она есть, — это главное, и дело науки и техники ее увеличить. Работы в этом направлении ведутся очень плодотворно, и мы, вне всякого сомнения, в скором времени будем свидетелями больших успехов в этой области использования солнечной радиации. Солнечный луч даст нам непосредственно неисчислимо количество электроэнергии для использования ее на благо человечества.

В этой статье мы остановились, и то бегло, только на тепловом действии солнечной лучистой энергии. Но это далеко не все. Проявление действия солнечных лучей на Земле очень многообразно. Это — процессы фотосинтеза в растительном мире; это — бактерицидное действие солнечных лучей, убивающих вредные микроорганизмы; это — лечебное действие ультрафиолетовой солнечной радиации; это — излучение видимой части солнечной радиации, позволяющей нашему глазу ориентироваться в окружающем нас мире.

Солнечный луч, проходя через атмосферу, является также тем зондом, который позволяет изучать целый ряд процессов, происходящих в нашей воздушной оболочке, например, проблему озона в стратосфере, проблему водяных паров в тропосфере и ряд других. Перед актинологией сейчас стоит целый ряд первоочередной важности проблем, которые она с успехом и разрешает.

ЯВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ в живой материи

О. Б. ЛЕПЕШИНСКАЯ и М. В. КОСОРОВА

На современном этапе развития науки учение о кристаллах особенно близко подводит нас к разрешению проблемы первичного зарождения жизни.

Имеется много признаков, которые указывают на сродство этих закономерно образованных фигур неживой природы с живыми организмами. Особенно ярко выступает это сродство в открытых Форлендером и Леманом «жидких кристаллах», обладающих множеством признаков, присущих живым организмам.

Исследования О. Б. Лепешинской, ведущиеся в цитологической лаборатории, быть может, бросают некоторый свет на природу жидких и твердых кристаллов, образующихся из живой материи. Ряд наблюдений указывает на одно важное явление. В некоторых случаях образования жидких кристаллов, обладающих многими жизненными свойствами, предстают перед нами не как модель живого существа, а как новое образование, представляющее собой подвергшееся деформации (изменению) живое существо, и, по всей вероятности, не утратившее своих жизненных свойств.

Если в дальнейшем подтвердится тот любопытный факт, что жидкий, а иногда даже вполне оформленный кристалл может снова переходить в состояние живой материи и даже живого существа, то вопрос происхождения жизни обогатится новыми данными, объединяющими целые области науки, как-то: биохимию, микробиологию, вирусологию и кристаллографию, под знаком эволюции живой природы.

Переходим к тем предварительным опытным данным, которые были получены нами в области кристаллизации живой материи.

При изучении структуры протоплазмы случайно было обнаружено, что при прибавлении раствора краски, нейтральрот, к протоплазме, полученной из растертых гидр (пресноводные кишечнорастворимые), все поле зрения покрылось оранжевыми иглами, которые через короткий промежуток времени превратились в звезды, напоминавшие своей формой жидкие кристаллы (рис. 1). При повторении опыта образовались звезды с оранжевыми прямолинейными лучами. При подсыхании препарата звезды стали темнокрасными, а прямолинейные лучи их сморщились и обвисли (рис. 2).

При дальнейших опытах было обнаружено, что подобные кристаллы получаются, как правило, во всех случаях, когда прибавляли нейтральрот к разным видам белковых соединений.

Получены были кристаллы из растертых гидр, пресноводных дафний и насекомых мотылей; из яичного белка, желтка, желатины из коацерватов¹, бактерий, инфузорий и наконец из нуклеиновокислого натрия.

При всех опытах с кристаллизацией живой

материи наблюдалось образование различных видов кристаллов. Появлялись веретенца, иглы, четырехгранные призмы, звезды с тонкими длинными лучами, звезды с толстыми обрезанными лучами, звезды с извилистыми помятыми лучами, с лучами членистыми, с лучами, на концах которых вырастали более мелкие звезды, кристаллы, напоминающие перья, кресты из перьев, розетки, зернистые образования, окруженные лучистой короной, и, наконец, просто водорослеподобные волокна (рис. 3).

Для краткости эти кристаллы мы будем называть биокристаллами или живыми кристаллами в отличие от кристаллов, получаемых из нейтрального или щелочного раствора нейтральрот, т. е. неживых кристаллов.

При сопоставлении щелочных кристаллов нейтральрот с биокристаллами бросается в глаза полное сходство их внешнего вида и формы и явное различие в свойствах и поведении тех и других.

Кристаллы нейтральрот легко образуются на холоду, тогда как биокристаллы часто требуют для своего образования специального подогревания, причем в тепле наблюдается ускорение и усиление их роста, независимо от концентрации раствора. На высохшем препарате биокристаллы могут оставаться долгое время неизменными, но на холоду получается заметный зернистый распад, а иногда и растворение их. Подобного же влияния низких температур на кристаллы самого нейтральрот не наблюдалось. Щелочные кристаллы нейтральрот при комнатной температуре обычно сами распадаются на прямые темноокрашенные иглы нейтральрот и на белые кристаллические узоры соды.

Вышеупомянутая способность биокристаллов изменять свою окраску и сморщиваться совершенно не свойственна кристаллам нейтральрот.

Оранжевые прямолинейные биокристаллы, которые под влиянием высыхания темнели и сморщивались, иногда удавалось путем смачивания водой снова возвращать в прежнее состояние. Кристаллы при прибавлении воды очень быстро желтели и выпрямлялись. В других случаях вода не оказывала никакого действия, и, наконец, при смачивании препарата, постоявшего несколько дней, звезды растворялись.

Естественно возникающая мысль о наличии жизненных свойств в этих кристаллах привела к опыту с флуоресценцией при освещении ультрафиолетовыми лучами.

Живой белок при освещении ультрафиолетовыми лучами загорает, свечения не дает, в то время как мертвый белок флуоресцирует — светится голубым светом.

При облучении биокристаллы никакого свечения не давали, выделяясь на слабо освещенном поле темными силуэтами, и лишь после значительного нагревания (свыше 100°) начинали флуоресцировать. Но ни при каком нагревании кри-

¹ Белок, или протоплазма, собравшийся в кучки в форме шариков.

сталлов нейтральрот флюоресценции добиться не удалось. Здесь любопытен тот факт, что биокристаллы способны переходить из одного состояния в другое, соответствующее состоянию живого или неживого белка.

С уверенностью можно сказать, что на построение биокристаллов может идти не только белок, но и более сложная материя, протоплазма и даже живые существа, как бактерии и инфузории.

При разрушении звезд иногда наблюдались в их зернистых остатках вкрапления кубических кристалликов, напоминающих кристаллики поваренной соли, что указывает на более сложный состав биокристаллов, чем просто белковый. Но наиболее показательны были опыты, при которых чрезвычайно быстро кристаллизовались коацерваты, бактерии и даже инфузории.

Кристаллизация инфузорий происходила следующим образом. К препарату, в котором бегали живые инфузории, прибавляли достаточно концентрированный раствор нейтральрот. После корот-

кого периода возбуждения окрашенных инфузорий происходило образование цист², а затем кристаллизация этих цист.

Одни из них удлиннялись, постепенно принимая веретенообразную форму и затем форму игольчатого кристалла (рис. 4). Другие цисты образовывали головку, из которой вырастали иглы. В некоторых цистах начинала изнутри появляться лучистость, постепенно образующая розетку из коротких кристаллов, и, наконец, некоторые цисты постепенно переходили в звезды с тонкими длинными лучами, причем по мере роста лучей масса цисты уменьшалась и исчезала (рис. 5). Нередко наблюдался разрыв оболочки цисты в самом начале кристаллизации. Разорванная оболочка отпадала и, в свою очередь, сама превращалась в игольчатый кристалл (рис. 6).

Весь этот процесс кристаллизации цисты особенно демонстративен при наблюдении его в поляризационном микроскопе.

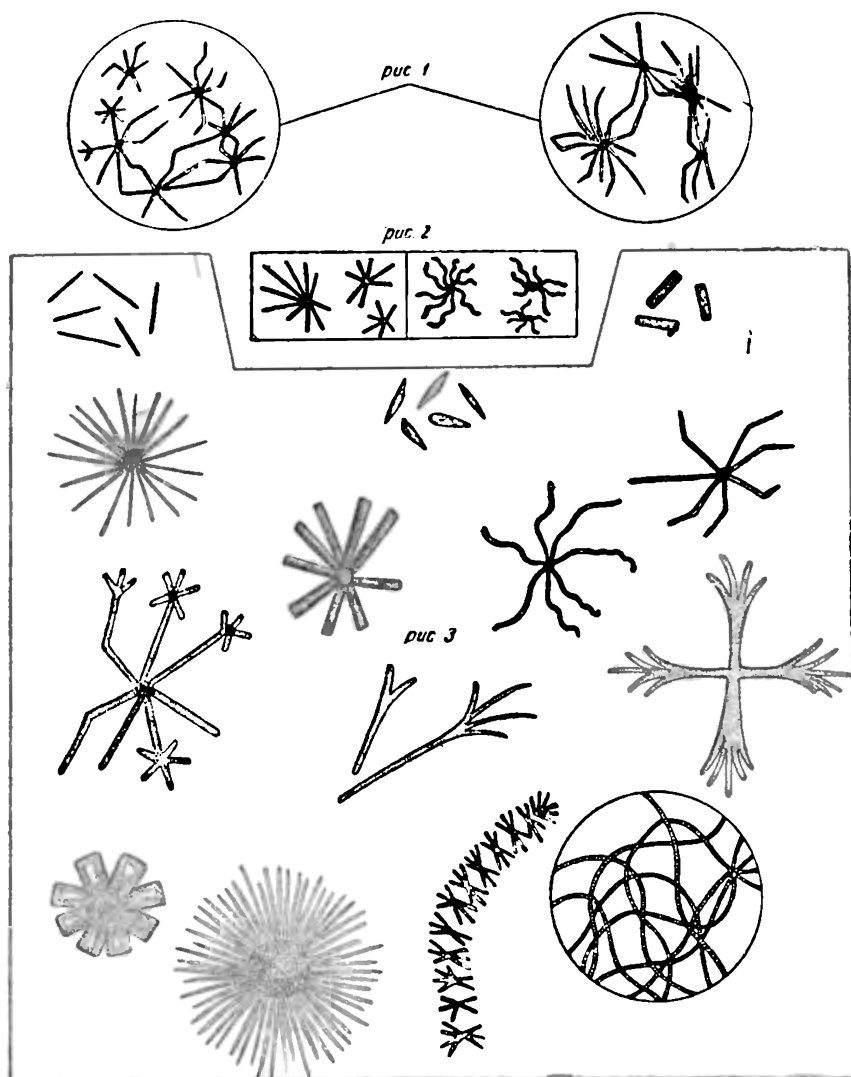
Вначале в затемненном поле зрения выделяются темные цисты. Вскоре в центре как бы загорается красный огонек, и изнутри цисты начинает разрастаться светящаяся розетка или звезда.

Любопытное зрелище представляет образование звезд из спирали. Вначале, после прибавления нейтральрота, спирали продолжают двигаться. Те из них, которые оказались наиболее интенсивно окрашенными, начинают замедлять движения и выпрямляются в игольчатый кристаллик. Из середины кристалла вырастают лучистые ответвления, образуя звезду.

Пока звездочка не достигла больших размеров, ясно наблюдаются самопроизвольные поступательные движения самой звездочки и движения как бы сокращающихся и смыкающихся лучей, временами не отличимых от спирали. По мере роста кристалл становится все более неподвижным.

Не раз приходилось наблюдать реакцию кристалла на раздражение. Едва только двигающаяся спиралила задевает отрог звезды, как лучи смыкаются, захватывая между собой спиралилу. Еще несколько секунд — и спиралила сливается с лучом, заметно удлинняя его. Следующая спиралила, задевшая кристалл, подвергается той же участи. Весь этот процесс происходит в течение нескольких минут, после чего подросший кристалл перестает реагировать на раздражение и становится неподвижным.

Примерно таким же образом происходит рост кристаллов за



² Многие простейшие и микробы, находясь в состоянии покоя, покрываются плотной защитной оболочкой, цистой, защищающей их в течение длительного времени от вредных влияний.

счет менее подвижных коккоподобных образований.

Далеко не все биокристаллы образовались вышеописанными способами, но останавливаться на этом пока мы не будем.

Возникновение биокристаллов из живых объектов, видимая способность их к фагоцитозу³, обуславливающему их рост, способность сморщиваться и выпрямляться, менять свою окраску соответственно тому, как меняют ее прижизненно окрашенные биологические объекты, способность по-разному реагировать на ультрафиолетовое облучение, крайняя чувствительность к действию на них при жизненной окраске метиленблэу, от которого они, погибая, быстро темнеют, сморщиваются и превращаются (краска — синька) в синие разорванные клочки, и, наконец, своеобразная зависимость их от температурных факторов, — все это указывает на явное отличие биокристаллов от кристаллов обычных химических соединений.

Еще в большей мере подчеркивает это различие эволюция биокристаллов. В виде опыта были прослежены следующие этапы их развития (рис. 7).

1. До прибавления нейтральрота в препарате имелась эмульсия с большим количеством протоплазматических коацерватов.

2. После прибавления нейтральрота коацерваты исчезли, а в поле зрения появились окрашенные иглы.

3. Иглы перешли в звезды с темноокрашенным центром.

4. Лучи звезд смялись и обвисли.

5. В промежутках между лучами и около центра появилась зернистость.

6. Лучи превратились в зернистые скопления, концентрически расположенные вокруг темного центра.

7. Зернистая оболочка уплотнилась, а лучи стали исчезать.

8. Остались только «ядро» и зернистая оболочка.

9. Оболочка совсем уплотнилась, а получившееся образование внешне несколько напоминало клетку.

Был проделан также опыт над отдельной инфузурией. Под воздействием нейтральрота циста этой инфузории превратилась в большую лучистую звезду (рис. 8), а когда на нее подействовали содой, она распалась на зернистость, которая начала концентрироваться вокруг «ядра» в виде постепенно уплотнявшейся зернистой оболочки.

Насколько приходилось наблюдать, плазма служила материалом для образования кристаллов, а ядерное вещество — тем центром, вокруг которого концентрировались иглы. Но одновременно с этим наблюдалась также концентрация игл вокруг простых пузырьков воздуха и других, случайно попавших в препарат частиц.

После всего вышеописанного может возникнуть ряд вопросов о роли нейтральрота в явлениях кристаллизации живой материи и возможности ли кристаллизация без его участия. Дальнейшие опыты, проделанные в этом направлении,

указывают на такую возможность, но роль нейтральрота как катализатора, обладающего огромным фотодинамическим действием, как вещества, способствующего агрегации, коагуляции и, наконец, кристаллизации, — очень велика.

Для выяснения роли нейтральрота были проделаны некоторые опыты, приведшие к следующим наблюдениям.

Первая стадия воздействия нейтральрота на живую материю сводилась к агрегации живого вещества в виде отдельных островков.

Другие исследователи несколько раньше наблюдали явления коагуляции в белке, приводившие при воздействии на него раздражающих веществ, в частности некоторых красителей, к образованию лучистых звезд. Эти же явления неоднократно имели место и при прибавлении к белку нейтральрота. Во всяком случае, близкая связь явлений коагуляции и кристаллизации в обоих случаях становится совершенно очевидной при сопоставлении всех опытов. Так, при прибавлении нейтральрота образуются лучистые звезды из коагулировавшей массы, и в то же время из раствора выпадают явные кристаллы (рис. 9).

Нейтральрот играет, по видимому, роль агрегатора и в следующем своеобразном явлении. При воздействии на инфузурii сернокислым аммонием начинается их усиленное деление. Одна из инфузурii в течение двух-трех минут прошла все стадии прямого деления, и, когда уже готова была окончательно разделиться на две особи, к препарату был прибавлен нейтральрот. Тотчас же процесс деления приостановился, и через несколько минут дочерние инфузурii снова слились в одну особь.

Постоянно наблюдается также, что прибавление в каплю с инфузурiiами нейтральрота сразу вызывает попарное объединение инфузурii, причем образовавшиеся пары начинают быстро вращаться. Некоторые пары совершенно вплотную примыкают друг к другу, но процесса конъюгации в этих случаях ни разу не наблюдалось.

Необычайную активность, связанную с фотодинамическим действием, нейтральрот показал в следующем опыте.

В чашечке Петри были взяты в стерильных условиях нуклеиновокислый щар, сода и слабый раствор нейтральрота. Чашечка помещена была под яркий свет лампы. Очень быстро в чистом растворе появились сперва коацерваты, потом бактерии и, наконец, через час или полтора после начала опыта — круглые образования с явно выраженной оболочкой и зернистостью внутри. Эти образования одно за другим стали выпускать псевдоподии и ползти по всему препарату. Период жизни этих амeboподобных существ оказался очень непродолжительным. Примерно через час они распались в бесформенную массу.

Из этих наблюдений можно вывести заключение, что случайно занесенные из воздуха зародыши протозоа, с одной стороны, под влиянием нуклеиновой кислоты и соды, с другой, под влиянием света и нейтральрота прореагировали с необычайной быстротой весь путь своего развития вплоть до умирания особи.

Наконец, еще один опыт говорит о таящихся в нейтральроте больших запасах энергии.

В тех случаях, когда воздействием нейтральрота превращали инфузурii в цисты и затем прибавляли дрожжевую нуклеиновую кислоту, наблюдалось следующее явление. Циста начинала быстро увеличиваться в размере, затем внезапно из нее «выстреливала» длинная извилистая

³ Способность захватывать твердые вещества и их переваривать.

ножка, обраставшая, в свою очередь, пузырями. Цисты, которые успели превратиться в звезды, давали те же самые взрывы

В одних случаях пузыри вздувались на концах лучей звезды, в других — около центра звезды, и, наконец, бывали случаи, когда звезда оказывалась в центре вздувшегося шара (рис. 10). Все эти вздутия, как правило, взрывались, образуя целую сеть длинных потсков.

Образовавшиеся шары и потеки при стоянии давали зернистый «распад», причем в тех случаях, когда в шаре оставалась звезда, она скоплялась в виде ядра внутри концентрировавшейся зернистости.

Все вышеописанные опыты с биокристаллами относятся к тем случаям, когда применялся более или менее концентрированный раствор нейтральрота. С того момента, когда начали применять слабые растворы нейтральрота, выплыла целая серия наблюдений иного порядка. В этих случаях роль нейтральрота большей частью сводилась к ускорению процесса, который в конечном счете мог более медленно протекать и без его участия.

Очень часто при действии на инфузории слабого раствора нейтральрота из них выбрасываются неокрашенные протоплазматические шарики, которые, попадая в гипотоническую среду⁴, увеличиваются в размере и принимают характерный для них опалесцирующий оттенок⁵. С течением времени они становятся прозрачнее, и в поляризационном микроскопе наблюдается двойное лучепреломление. Нередко можно обнаружить в них вращение плоскости поляризации. Оболочка этих круглых образований при вращении макро- и микровинтом утолщается и обнаруживается в виде черного ободка.

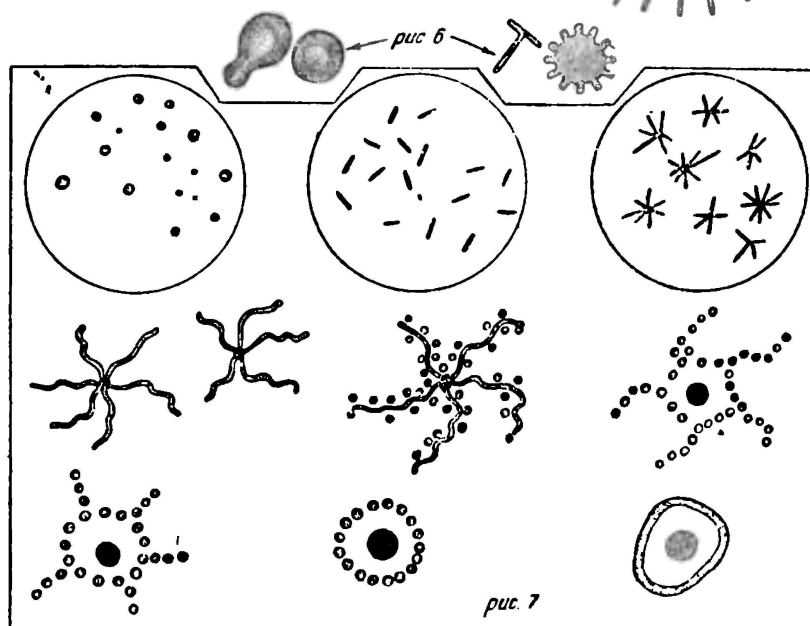
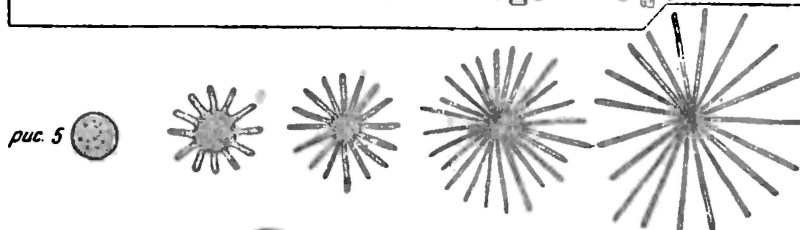
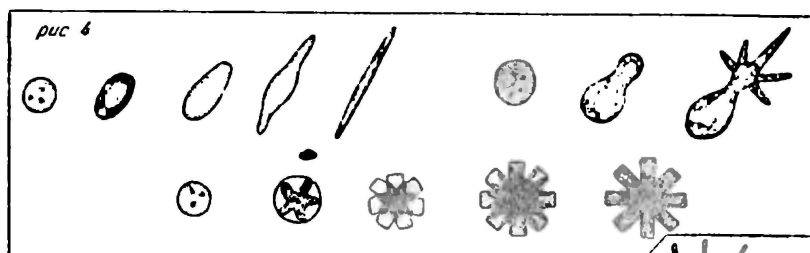
В дальнейшем в ободке намечаются грани, и жидкий кристалл (повидимому, с таковым мы имеем дело) становится совершенно прозрачным и принимает геометрически правильную кристаллическую форму, чаще всего шестигранника.

Если к высохшему препарату с такими кристаллами прибавить воды, они снова округляются и превращаются в жидкий кристалл. Приходилось наблюдать дальнейшую судьбу их, когда в центре такого жидкого кристалла намечалась зернистость и затем он начинал самопроизвольно двигаться, выпуская псевдоподии.

По наблюдениям сотрудника цитологической лаборатории Б. Н. Михина, некоторые амёбы содержат в себе ядра строго кристаллической формы, которые в дальнейшем развиваются в новую амёбу.

⁴ Среда, содержащая меньшее количество солей, чем находящийся в ней организм.

⁵ Явление рассеивания света в жидкости, приходящей ей перламутровый оттенок.

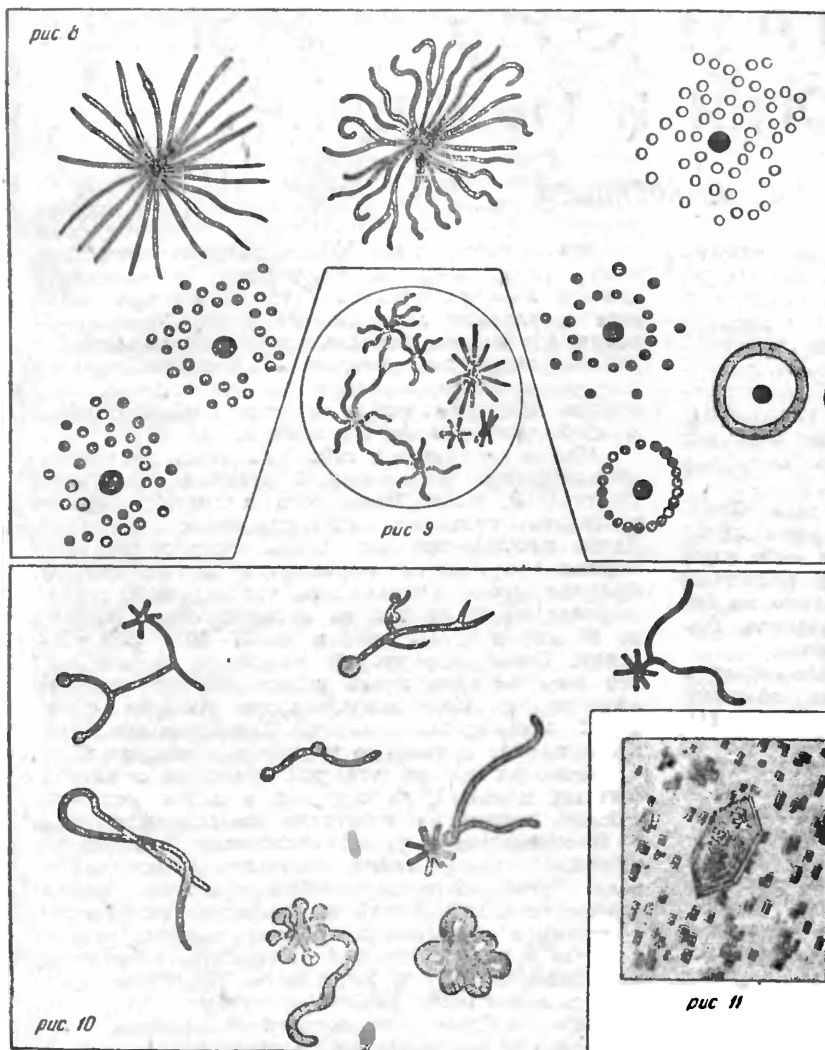


Не раз приходилось наблюдать, как целые инфузории под влиянием воздействия сернокислого аммония становились гомогенными, прозрачными и ярко светились в затемненном поле поляризационного микроскопа. В дальнейшем они также переходили в твердые кристаллы.

При распаде инфузорий, подвергшихся действию какого-нибудь раздражителя, выпадают два кубических кристалла, что интересно сопоставить с выпадением двух таких же кристаллов при разрушении звезд, образовавшихся из инфузорий.

Бывают случаи, когда на место распавшейся инфузории среди кучки зернистости выпадает большой шестигранный кристалл с разнообразными включениями, причем при изменении фокусного расстояния создается впечатление, что эти образования находятся в самом кристалле (рис. 11). Наблюдалось также, как круглое ядрышко, выползая из такого кристалла, деформировало его грань.

Мы не можем, однако, с полной достоверностью утверждать, что эти включения находятся внутри кристалла.



Следует отметить интересное явление, когда при самопроизвольной абортации из инфузорий в большом количестве выбрасывалась мелкая зернистость, которая, быстро набухая, в гипотонической среде, превращалась в кристаллы, с абсолютной точностью, напоминающие кристаллы *Lycopodium virus*.

Все указанные опыты и наблюдения носят еще черновой характер, но уже и сейчас они толкают на некоторые довольно смелые предположения.

Поскольку наши опыты устанавливают тот факт, что кристаллы могут образовываться из явно живой материи, то в тех случаях, когда эти кристаллы ведут себя подобно живым объектам, мы вправе делать предположение, что перед нами не подобие живого организма, а настоящий живой объект.

Это положение говорит против принятой многими учеными установки, что все находящееся в кристаллическом состоянии относится к мертвой природе. Аргумент в пользу того, что вирус есть вещество, а не существо, поскольку он может быть получен в кристаллическом состоянии, должен отпасть после установления факта воз-

можности перехода живых организмов в кристаллы.

Но мы не считаем себя вправе отмахнуться от вопроса, в каких же случаях мы имеем дело с веществом и в каких с существом. Мы полагаем, что живые объекты, способные переходить в кристаллы, точно так же, как и вирусы, можно рассматривать и как существо, и как вещество, в зависимости от того, в каком состоянии они находятся. Гомогенность или однородность живого объекта дает нам право считать его живым веществом и называть существом лишь тогда, когда в нем проявляется гетерогенность, т. е. разнородность состава.

В опытах О. Б. Лепешинской, когда она выделяла из растертых гидр гомогенную протоплазму, появление существа можно условно считать в тот момент, когда от смешения протоплазмы с водой образовывалась эмульсия из коацерватов. Эти первые протоплазматические шарики, в дальнейшем развивающиеся в клетки, и являются, по мнению некоторых ученых, первичным живым существом.

Наши опыты указывают на то, что живая материя со своей способностью кристаллизоваться довольно легко переходит из состояния существа в вещество и обратно, все время оставаясь живой.

Кроме того, наши опыты могут немного приблизить к пониманию природы вирусов, поскольку наши биокристаллы имеют много общего с вирусами.

Способность биокристаллов находится как в состоянии кристаллическом, так и в состоянии живых организмов, растворение

биокристаллов при вымораживании и выпадению при подщелачивании, оптические свойства биокристаллов, способность к агрегации и целый ряд других свойств заставляют думать о какой-то связи между вирусами и биокристаллами.

Невольно хочется пойти несколько дальше и увязать наблюдавшиеся нами явления кристаллизации с напоминающими наши биокристаллы такими структурами в клетках и тканях сложных организмов, как хромозомы⁶, фибриллы⁷, нейроглии⁸ и т. д.

Являются ли биокристаллы необходимой ступенью в развитии живого организма или перед нами эволюционный тупик, в который заходит живая материя, в порядке защитной реакции сохраняющая в своеобразном анабиозе свое существование, пока еще трудно сказать, но во всяком случае дальнейшее изучение явлений кристаллизации в живой материи поможет разрешить много темных вопросов в проблеме происхождения жизни.

⁶ Хромозомы — ядерное вещество в виде нитей, находящихся в ядре клеток.

⁷ Фибриллы — нити в теле клетки.

⁸ Нейроглии — нервные волокна.

АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ в биологии и медицине

Г. И. КОСИЦКИЙ

Внутриатомная энергия используется человеком уже около сорока лет, т. е. задолго до того, как была открыта цепная реакция и возможность использования атомной энергии для военных целей. Медленные процессы распада атомных ядер, составляющие сущность радиоактивности, являются слишком ничтожным источником энергии для промышленного использования, они нашли применения в других областях человеческой деятельности и в первую очередь в медицине.

Беккерель, открывший явления радиоактивности, некоторое время носил в кармане кусок урановой руды и в результате нажил себе язву, не поддававшуюся лечению до тех пор, пока уран не был удален из кармана. Так случайно им была открыта необычайная чувствительность живых тканей к радиоактивному излучению.

Вслед за этим в науке стали накапливаться и другие факты. Оказалось, что семена, облученные небольшими дозами лучей, прорастают быстрее и лучше необлученных. Старые семена, потерявшие способность к росту, вновь приобретают ее после облучения. Почки сирени, побывавшие под лучами радия, прорастают гораздо быстрее. Облученные дрожжи приобретают свойство предохранять животных от рахита. Облучение куриных яиц ведет к ускорению развития цыплят и т. д.

При искусственном введении в организм животных сравнительно большого количества радиоактивных веществ отмечалась задержка роста; изменялся обмен веществ; нарастало количество сахара в крови; наступал ряд общих расстройств и иногда отмечалось изменение наследственных свойств зародышевых клеток.

Организм человека также оказался очень чувствительным к облучению. У работников радиевой промышленности, подвергавшихся при работе длительному воздействию лучей, значительно разрастался верхний слой кожи (эпидермис), появлялись трещины и бородавки; иногда наблюдалось развитие кожного рака; отмечалась общая вялость, сонливость, быстрое утомление. Резко падала устойчивость организма против инфекционных заболеваний; наблюдались изменения желез внутренней секреции, у женщин нарушалась правильность месячных и т. д. При длительном облучении изменялись состав и свойства крови, повышалось количество красных кровяных шариков, изменялось кровяное давление, и в связи с изменением кроветворных органов катастрофически падало число кровяных шариков. Процессы жизнедеятельности, протекающие в сложнейших химических структурах — белках, оказались наиболее чувствительными к новому виду облучения.

Таким образом, энергия распада атомных ядер, открытая в явлениях радиоактивности, дала новое средство воздействия на живой организм, которым вскоре воспользовалась практическая медицина.

Французский врач Данле, впервые применивший радиоактивное облучение небольшими дозами, излечил кожную опухоль. Другие подобные результаты лечения были столь ободряющими, что вскоре выросла новая отрасль науки — радиотерапия, занимающаяся лечением различных болезней радиоактивными веществами. Медицина приобрела новое средство борьбы с раком и злокачественными опухолями.

Чтобы представить себе, как много дала здесь радиотерапия, обратимся к фактам. Открытия Пастера, Р. Коха, Мечникова и других помогли разгадать сущность инфекционных болезней. Давно прошли времена, когда чума, холера или черная оспа могли опустошать целые страны. Средняя продолжительность человеческой жизни выросла от 20–30 лет во времена средневековья до 40 лет в XVIII веке и до 50–60 в XIX–XX веках. Однако во второй половине жизни нас все еще коварно подстерегает рак, от которого ежегодно на всем земном шаре умирает около 1,5–2 миллионов человек. Следовательно, рак представляет серьезную угрозу для общества.

Несмотря на то, что рак известен с незапамятных времен¹, до сих пор в науке нет еще единого мнения о причинах его возникновения.

Несомненное влияние оказывают постоянные внешние раздражения, определенных частей тела, угнетающие жизнедеятельность клеток (профессиональный рак трубчатых, дегтярников, работников анилиновой промышленности, рентгенологов и т. д.). Сюда же относится, например, рак кожи живота у женщин в Кашемире, (Индия) в связи с привычкой носить на животе маленькую пачурку с горящими углями; рак кожи у жителей Бенгалии, появляющийся на рубцах после наказаний плетью; легочный рак шахтеров Шнееберга (Германия), поражающий 75% шахтеров с 10–20-летним стажем работы; заболевания раком губ курильщиков Ирландии в связи с употреблением определенного сорта трубок из глины (заболевания прекратились после изыятия этих трубок), и т. д. Влиянием постоянных раздражений можно объяснить и то, что раком языка и губ заболевают в подавляющем большинстве случаев курильщики, раком пищевода и желудка — алкоголики и т. д. Играть роль и какие-то природные условия. Известны, например, целые местности и области (в Дании, Австрии, Швейцарии, Германии и т. д.), где раковые заболевания широко распространены. Имеет некоторое значение и наследственное предрасположение к раку. В последнее время установлено, что воздействие на организм целого ряда химических веществ вызывает рост злокачественных опухолей (так называемые канцерогенные вещества).

Главным средством лечения рака является оперативное вмешательство. Однако такое лечение не всегда приводило к выздоровлению. Часто после операции развивалась новая опухоль, которая значительно ускоряла смерть больного.

¹ Исследование костей ископаемого человека пещерного периода показало наличие у него случаев раковых заболеваний.