

П-167/2

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК  
СССР

3

НОВОСИБИРСК

1960



П-167/1

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

К. С. Курьидин, Р. А. Козырева. Особенности действия ингибиторов кислотной коррозии стали	3
Ю. Н. Пиоттух. Исследование термического разложения сибирских углей термографическим методом	11
И. Н. Вотяков. Связь между содержанием незамерзшей воды в мерзлых грунтах и гигроскопической влажностью грунтов	17
В. Г. Павленко. Определение предельных габаритов речных судов и толкаемых составов с учетом течения	26

ХИМИЯ

О. В. Морозова, Р. П. Иванова, В. Н. Козлов. Химический состав древесины усыхающих и сухих стволов кедра корейского и ели аянской	45
Е. П. Бабин, В. Г. Плюснин, М. И. Насакина. Влияние количества хлористого алюминия на соотношение между константами скорости образования изопропилбензолов	50
В. И. Кузнецов, П. Д. Титов. Экстрагирование элементов в виде солей из кислородсодержащих анионов анилином	58
А. Н. Киргищев, З. В. Долженко. О точке равных концентраций при обменной адсорбции ионов	65

БИОЛОГИЯ

Г. И. Поповская. О фитопланктоне дельтовых проток р. Селенга	71
Л. Е. Комаренко. Диатомовые водоросли р. Колыма	81
С. Д. Титова, Э. Г. Скрипченко. Паразитофауна рыб верхней Оби в связи с гидростроительством	97
Ю. З. Кулагин. Особенности водного режима листьев различных форм березы	108
<u>С. У. Строганов.</u> Японский колонок, или итатси ( <i>Mustela itatsi</i> Temminck), на Сахалине.	116

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. А. Мальцев, В. И. Дураков. Фотоэлектрический спектральный анализ изотопов лития Li <sup>6</sup> и Li <sup>7</sup> методом эталонных смесей	122
А. М. Родичев, Н. М. Саланский, В. И. Синегубов. Статистическое распределение импульсов Баркгаузена по длительности	123
Ф. А. Гуревич, М. С. Левинсон. Действие озвученной воды на гидр	126

ХРОНИКА

Общее собрание Сибирского отделения Академии наук СССР	129
В Объединенном Ученом совете по физико-математическим и техническим наукам. А. К. Черненко	129
В объединенном Ученом совете по химическим наукам. К. Е. Миронов	131

# ИЗВЕСТИЯ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

3

1960 г.



К. С. КУРЫНДИН, Р. А. КОЗЫРЕВА

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРОВ  
КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ СТАЛИ

Мы изучали ингибирующее действие широких фракций (200—300°С) пиридиновых и хинолиновых оснований, содержащихся в смоле полукоксования сибирских битуминозных углей.\* Как нами установлено ранее [1], эти основания, особенно с небольшой добавкой поваренной соли, являются весьма эффективным ингибитором коррозии стали в кислотах.

По своему групповому химическому составу, по характеру и силе ингибирующего действия эти продукты близки к основаниям коксугольной смолы, широко используемым при изготовлении травильных присадок.

Ингибирующее действие примененных нами ингибиторов мы характеризовали, как это принято, скоростью растворения металла в ингибированной кислоте в  $г/м^2 \cdot час$ , а также ингибиторным эффектом:

$$\gamma = \frac{\rho_0}{\rho},$$

где  $\rho_0$  — скорость растворения металла в неингибированной кислоте,  $г/м^2 \cdot час$ ;

$\rho$  — скорость растворения металла в ингибированной кислоте,  $г/м^2 \cdot час$ .

Скорость растворения металла в кислоте определялась весовым методом [1].

В этой общепринятой методике таятся, однако, трудности, заложенные в самой природе технического металла, где кроме чистого железа находится множество примесей и где большое значение имеет структура стали. Поэтому, вероятно, так часто противоречивы опытный материал и выводы различных исследователей по обсуждаемому вопросу.

Следует здесь же отметить следующее:

1. Образцы стали, вырезанные даже из одного и того же листа, не говоря уже о различных плавках данной марки стали, нередко растворяются в серной кислоте с заметно различной скоростью; расхождение в параллельных опытах при температуре опыта 20°С достигает 2—3  $г/м^2 \cdot час$ .

2. Образцы некоторых марок стали, уже выдерживавшиеся в кислоте, а затем вновь отшлифованные и отмытые, растворяются в той же кислоте с значительно большей скоростью, чем при первых опытах. Приходится поэтому ставить ряд параллельных опытов, беря каждый раз, при возможности, свежие, не бывшие в кислоте образцы, — не с тем, чтобы добиться полной сходимости результатов, а с тем, чтобы в полученных

\* Эти продукты были представлены Ленинск-Кузнецким заводом полукоксования.



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Д-р хим. наук В. Т. Быков, член-корр. Т. Ф. Горбачев (зам. главного редактора), д-р физ.-мат. наук Л. В. Киренский, д-р техн. наук К. Н. Коржавин, проф. В. А. Кротов, член-корр. А. В. Николаев, член-корр. И. И. Новиков, член-корр. Г. А. Пруденский, акад. С. Л. Соболев (главный редактор), д-р биол. наук К. А. Соболевская.

Адрес редакции: г. Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 428.



результатах четко и уверенно определилась та или иная общая закономерность, та или иная особенность поведения металла.

В таблицах даются средние значения наиболее близких и часто повторяющихся результатов определений.

3. При определении ингибиторного эффекта всегда следует указывать, сколько времени образец стали выдерживался в кислоте.

Отсутствие такого указания может привести к неправильной оценке того ингибиторного эффекта, с которым ингибитор будет работать в практике. Например, С. Д. Бесков [2] определял скорость растворения стали в ингибированных кислотах, выдерживая металл в кислоте при 20° в течение 6 час.; мы в одной из прежних работ [1] выдерживали металл 3 часа. Если бы металл выдерживался в кислоте 1 час (это ближе к условиям практики), то ингибиторный эффект оказался бы существенно иным, что и будет показано ниже.

В настоящей работе при определении ингибиторного эффекта образец стали выдерживался в 20% серной кислоте при 20° — 1 час, а при 60° — 10 мин., что довольно близко к обычным в практике условиям травления.

Нами было исследовано поведение в неингибированной и ингибированной 20% серной кислоте стали следующих марок (табл. 1).

Таблица 1

Марка стали	Химический состав, %							
	C	S	P	Si	Mn	Cr	Ni	V
Ст2	0,01—0,15	0,055	0,050	—	0,35—0,50	—	—	—
08КП	0,05—0,12	0,040	0,040	0,03	0,25—0,50	0,15	0,30	—
10КП	0,07—0,15	0,040	0,040	0,08	0,25—0,50	0,15	0,30	—
10СП	0,05—0,15	0,030	0,030	0,15—0,37	0,35—0,65	0,15	0,30	—
У7Га	0,65—0,74	0,020	0,030	0,30	0,15—0,35	0,20	0,25	—
У8Га	0,80—0,90	0,020	0,030	0,15—0,30	0,35—0,60	0,30	0,25	—
85	0,80—0,90	0,050	0,050	0,15—0,30	0,45—0,75	0,30	0,50	—
85ХФ	0,80—0,90	0,030	0,030	0,35	0,30—0,60	0,45—0,70	0,5	0,15—0,30
Х05	1,25—1,40	0,030	0,030	0,35	0,20—0,40	0,40—0,60	0,25	—
Э3а	0,006—0,022	0,002—0,008	0,007—0,011	2,7—3,2	0,02—0,09	0,01—0,05	0,05—0,15	—

Было изготовлено 3 партии образцов (из сталей различных плавок); размер образцов 70 × 50 мм, объем раствора серной кислоты 300 мл; толщина образцов 1 и 2-й партий — 1—2 мм, 3-й партии — 1—3 мм. Образцы были отобраны и изготовлены в ОТК Новосибирского металлургического завода им. Кузьмина.

#### Скорость растворения стали в 20% серной кислоте

Скорость растворения в кислоте стали испытанных марок при 20° и при 60° (в г/м<sup>2</sup>. час) сопоставлена в табл. 2.

Было определено изменение во времени скорости растворения стали в кислоте при 20°. Образец стали выдерживался в кислоте 10 мин., вынимался, обмывался водой, протирался спиртом, высушивался в эксикаторе, взвешивался и снова опускался в кислоту на 30 мин. и т. д., результаты опытов даны в табл. 3.

Таблица 2

Выдержка образца в кислоте	Скорость растворения в кислоте стали следующих марок									
	Ст2	08КП	10КП	10СП	У7Га	У8Га	85	85ХФ	Х05	Э3а
1 час при 20°	9,8	8,8	6,1	7,7	7,6	от 6,0 до 20,0	7,8	8,3	от 12,0 до 29,0	6,3
10 мин. при 60°	119,2	109,7	98,2	107,7	86,7	от 122,0 до 1206,0	101,4	141,5	от 684,0 до 1120	136,0

Примечание. Взяты образцы 1-й партии.

Таблица 3

Марки стали	Скорость растворения стали в 20% серной кислоте при выдержке				
	10 мин.	+ 30 мин.	+ 1 час	+ 3 час.	+ 6 час.
Ст2	5,0	3,0	3,4	3,0	3,4
08КП	7,8	4,8	4,8	6,4	5,2
10КП	6,6	5,0	4,3	3,9	3,1
10СП	8,7	5,2	4,9	5,3	5,7
У7Га	7,6	4,2	4,2	3,5	2,6
У8Га	27,2	37,3	63,0	—	—
85	8,7	4,7	4,0	3,2	4,2
85ХФ	9,3	6,6	4,6	4,0	3,6
Х05	31,1	54,2	100,8	—	—
Э3а	15,0	11,6	8,6	8,4	—

Примечание: Взяты образцы 2-й партии.

Таким образом, скорости растворения сталей всех испытанных марок, кроме У8Га и Х05, в 20% серной кислоте как при 20°, так и при 60° довольно близки между собой. Скорость растворения сталей марок Х05 и У8Га в несколько раз большая. Несколько выше, чем у сталей других марок, скорость растворения при 60° сталей 85ХФ и Э3а.

Не подтверждается вывод Т. И. Красовицкой [3] о возрастании скорости растворения стали соответственно повышению содержания в ней углерода (по крайней мере, так обстоит дело для сталей с содержанием углерода от 0,05 до 0,74%). К слову сказать, и обоснование Красовицкой своего вывода тем, что соответственно возрастанию содержания в стали углерода растет число локальных пар, катодных включений Fe<sub>3</sub>C, на наш взгляд, очень упрощает истинную картину процесса. В самом деле, и число и интенсивность работы этих гальванических пар зависят не только и, быть может, не столько от содержания углерода, сколько от дисперсности его, дисперсности в стали катодных участков, структуры стали, наличия в металле других микропримесей и, вероятно, от многих других, не всегда поддающихся учету факторов.

Из табл. 3 видно, что скорость растворения сталей всех испытанных марок (кроме Х05 и У8Га) уменьшается во времени и часа через 3 становится приблизительно постоянной.

Скорость же растворения сталей Х05 и У8Га быстро растет со временем, если даже вынутый из кислоты образец перед повторным опусканием в кислоту тщательно отшлифован и промыт. Этим в значительной мере объясняется и большой «разброс» результатов определения скорости растворения сталей этих марок в серной кислоте.



Был проделан такой опыт. Образец стали X05 и образец стали У8Га были разрезаны на две части: с одной части образца окалина снималась шлифовкой наждаком, с другой — пятиминутным травлением в ингибированной кислоте. При последующем определении скорости растворения этих образцов при 20° в 20% серной кислоте (время выдержки 1 час) были получены следующие результаты (табл. 4).

Таблица 4

Марка стали	Способ снятия окислов	Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> ·час
У8Га	отшлифован	9,9
	травлен	17,5
X05	отшлифован	25,8
	травлен	42,6

### Ингибирующее действие поваренной соли

Влияние добавки к 20% серной кислоте поваренной соли (0,2% к весу кислоты) на скорость растворения в ней стали показано в табл. 5.

Таблица 5

Температура растворения стали, °С	Выдержка образцов в кислоте	Скорость растворения стали, г/м <sup>2</sup> ·час, (v) и ингибиторный эффект (γ)																			
		Ст2		08КП		10КП		10СП		У7Га		У8Га		85		85ХФ		X05		Э3а	
		v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ	v	γ
20°	1 час	4,9	2,0	1,4	2,0	3,8	1,6	4,3	1,8	4,0	1,1	от 3,0 до 16,0	1,7	4,1	1,9	4,6	1,8	от 4,0 до 9,0	3,2	2,0	3,1
60°	10 мин.	59,6	2,0	54,5	2,7	40,0	2,4	53,8	2,0	43,3	2,0	от 3,0 до 300,0	0,4	40,0	2,5	48,1	3,0	от 80,0 до 130	8,5	76,7	1,8

Примечание. Взятые образцы 1-й партии.

Таким образом, ингибиторный эффект (γ) хлор-иона при 20° для всех марок стали, кроме X05 и Э3а, практически одинаков (от 1,6 до 2,0); для стали X05 и Э3а он достигает соответственно 3,2 и 3,1. Ингибиторный эффект хлор-иона при 60° заметно выше: для сталей 10КП, 85, 85ХФ, У8Га — от 2,4 до 4,0, для стали X05 — 8,5.

Чтобы определить, как меняется во времени скорость растворения стали в кислоте, ингибированной NaCl, были взяты свежие образцы той же, первой партии, и способом, указанным выше, были получены следующие результаты (табл. 6).

Из табл. 6 видно, что скорость растворения всех испытанных марок стали при выдержке 1 час в 3—8 раз меньше, чем указанная для тех же условий в табл. 5.

Расхождение результатов следует, видимо, объяснить тем, что хлор-ион вследствие хемосорбции его [6, 7] настолько прочно удерживается на поверхности металла, что не удаляется оттуда полностью (см. табл. 6) при промывке образца раствором соды, водой и после оттирания спиртом. На поверхности образца, вновь опускаемого в кислоту, уже есть защитная зона, созданная при участии хлор-иона,

Таблица 6

Марка стали	Скорость растворения стали в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,2% NaCl при 20° при выдержке							
	10 мин.	+30 мин.	+1 час.	+3 час.	+6 час.	+24 час.	+72 час.	+120 час.
Ст2	7,4	3,3	2,0	2,3	1,4	1,7	2,1	—
08КП	3,4	1,0	0,8	0,6	0,6	1,5	0,9	1,1
10КП	4,8	1,1	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6
10СП	8,0	3,4	1,2	1,0	0,7	0,8	1,5	—
У7Га	не определялась							
У8Га	5,5	2,5	1,0	0,8	0,5	0,8	2,4	—
85	3,1	1,7	0,8	0,8	0,9	1,5	2,1	2,4
85ХФ	4,4	2,0	0,8	0,8	0,5	0,9	6,8	—
X05	5,6	2,0	2,4	3,1	5,3	12,5	22	105
Э3а	2,5	1,1	1,4	1,9	2,3	3,9	1,3	1,8

Чтобы подтвердить правильность высказанного предположения, были поставлены следующие опыты. Одни образцы выдерживались в течение 1 часа при 20° в 20% серной кислоте; другие (той же партии) сначала выдерживались 1 час при 20° в серной кислоте, ингибированной 0,2% NaCl, затем вынимались, обмывались водой или раствором соды и водой, протирались спиртом и снова опускались на 1 час при 20° в 20% серную кислоту. Кроме того, в одной серии опытов образцы, вынутые из ингибированной NaCl серной кислоты, шлифовались и после шлифовки опускались снова в серную кислоту. Результаты опытов сведены в табл. 7; они подтверждают предположение о хемосорбции хлор-иона на поверхности металла.

Таблица 7

Марка стали	Скорость растворения стали, г/м <sup>2</sup> ·час при 19—20°					
	1 серия	2 серия		3 серия		2 серия
	в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,2% NaCl	повторно в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> после промывки образцов водой	в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0,2% NaCl	повторно в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> после промывки образцов содой и водой	повторно в 20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> после шлифовки образцов, вынутых из кислоты ингибированной NaCl
Ст2	4,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,0
08КП	10,2	5,9	7,0	4,9	4,2	5,1
10КП	4,5	2,1	2,4	1,6	1,8	2,5
10СП	6,9	4,8	4,9	4,1	3,1	4,0
У7Га	16,1	10,1	8,8	—	—	10,8
У8Га	16,5	12,0	6,9	—	—	7,1
85	22,4	12,7	13,6	—	—	18,7
85ХФ	19,7	13,5	10,0	—	—	7,0

Примечание. Взятые образцы 3-й партии.

Попутно отметим: сопоставление скоростей растворения в 20% серной кислоте сталей 1-й партии (см. табл. 2) и 3-й (см. табл. 7) подтверждает высказанные в начале статьи соображения о влиянии на скорость растворения сталей внутренней структуры металла, условий плавки исходной руды. Химический состав сталей практически одинаков, а скорость растворения существенно различна. Из табл. 6 следует также, что наибольшее снижение скорости растворения металла в кислоте, ингибированной хлор-ионом, достигается через 3—6 час., затем скорость растворения начинает расти: для одних марок медленно, для других (X05 и 85ХФ) быстро.



## Ингибирующее действие азотистых оснований

К 20% серной кислоте было добавлено 0,3% (по весу) азотистых оснований, извлеченных из керосиновой фракции (200—300°) полукоксовой смолы, и был определен ингибиторный эффект ( $\gamma$ ) этой добавки (табл. 8).

Таблица 8

Температура саморастворения металла, °С	Выдержка образцов в кислоте	Ингибиторный эффект для стали марки									
		Ст2	08КП	10КП	10СП	У7Га	У8Га	85	85ХФ	Х05	Э3а
20°	1 час	2,3	3,0	3,3	2,5	1,4	1,1	3,2	2,6	-1,3	1,1
60°	10 мин.	-1,4	1,1	1,1	1,4	-1,5	-4,4	-2,4	-2,2	-1,3	-1,4

Примечание. Взяты образцы из 1-й партии. Отрицательный ингибиторный эффект указывает, во сколько раз скорость растворения металла в ингибированной кислоте больше, чем в неингибированной.

Изменение во времени скорости растворения сталей при 20° и ингибированной серной кислоте показано в табл. 9.

Таблица 9

Марка стали	Скорость растворения сталей, г/м <sup>2</sup> час в 20% серной кислоте + 0,3% оснований						
	10 мин.	+30 мин.	+1 час.	+3 час.	+6 час.	+24 час.	+120 час.
Ст2	3,4*	1,4	1,5	1,5	1,3	—	—
	3,3**	2,9	4,8	4,8	3,5	3,6	2,8
08КП	5,1**	1,8	1,8	2,3	2,5	—	—
	3,5*	1,6	1,9	2,3	2,0	2,7	1,3
10СП	5,0**	2,2	3,8	3,3	2,4	—	—
	3,8*	1,5	2,7	2,5	2,1	2,8	1,6
10СП	3,8**	3,2	4,1	5,1	6,9	—	—
У7Га	6,3**	4,0	11,2	17,8	22,1	—	—
У8Га	28,6**	33,8	55,0	—	—	—	—
85	1,5**	1,6	8,8	11,2	12,9	—	—
85ХФ	5,0**	2,6	3,3	5,0	8,2	—	—
Х05	19,4**	30,5	55,0	—	—	—	—
	22,1**	51,8	91,8	—	—	—	—
Э3а	13,6**	10,7	8,3	7,8	—	—	—

Примечание. \* — образцы 1-й партии; \*\* — образцы 2-й партии.

Из материала табл. 8 и 9 следует:

1) Ингибиторный эффект ( $\gamma$ ) оснований при 20° и при выдержке образца в кислоте 1 час для большинства испытанных сталей колеблется в пределах от 2 до 3.

2) Ингибиторный эффект ( $\gamma$ ) оснований при 60° и при выдержке образца в кислоте 10 мин. почти для всех марок стали отрицательный, т. е. растворение сталей при 60° в присутствии ингибитора ускоряется, особенно стали марки У8Га ( $\gamma = -4,4$ ).

То же явление для тех же марок стали отмечено нами при ингибировании серной кислоты анабазином [8].

3) Скорость растворения сталей всех испытанных марок, кроме Х05 и У8Га, в неингибированной кислоте сначала уменьшается, а через 3—6 час. достигает некоторого «равновесного» минимума (см. табл. 3). Скорость же растворения сталей марок 10СП, У7Га, 85, 85ХФ, не говоря

уже о марках Х05 и У8Га, в ингибированной кислоте во времени возрастает.

В химическом составе сталей (табл. 1) мы не находим объяснения этому факту. По-видимому, в данном случае определяющую роль играет структура стали.

## Ингибирующее действие смешанного ингибитора — азотистых оснований и поваренной соли

К 20% серной кислоте добавлялось 0,3% оснований и 0,2% NaCl и была определена скорость растворения в такой кислоте сталей.

Полученные результаты сведены в табл. 10.

Таблица 10

Температура саморастворения стали, °С	Выдержка образцов в кислоте	Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> час ( $v$ ) и ингибиторный эффект ( $\gamma$ ) для стали																			
		Ст2		08КП		10КП		10СП		У7Га		У8Га		85		85ХФ		Х05		Э3а	
		$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$	$\gamma$	$v$
20°	1 час.	17,8	0,55	18,7	0,47	11,7	0,52	8,3	0,93	11,9	0,64	9,0	0,61	14,3	0,55	22,8	0,30	14,1	0,80	11,5	0,50
60°	10 мин.	15,5	7,7	15,2	7,2	19,0	5,2	10,0	10,8	16,5	5,3	22,4	5,6	14,0	7,3	18,1	8,1	48,5	14,1	19,0	11,5

Примечание. Были взяты образцы 1-й партии.

Изменение во времени ингибирующего действия смешанного ингибитора при 20° показано в табл. 11.

Таблица 11

Марка стали	Скорость растворения сталей, г/м <sup>2</sup> час при выдержке в кислоте ингибированной 0,3% оснований + 0,2% NaCl						
	10 мин.	+30 мин.	+1 час.	+3 час.	+6 час.	+24 час.	+120 час.
Ст2	3,00	0,78	1,20	0,67	0,40	0,06	0,07
08КП	4,00	1,04	0,37	0,14	0,05	0,06	0,05
	2,40*	0,75	0,26	0,14	0,41	—	—
10КП	4,35	0,69	0,62	0,17	0,10	0,05	0,05
10СП	1,20*	1,30	0,14	0,11	0,18	—	—
У7Га	2,49*	0,38	0,48	0,07	0,12	—	—
У8Га	4,71	1,12	1,55	0,39	0,25	0,19	0,16 (через 54 часа)
85	8,80	2,54	0,45	0,36	0,18	0,08	0,08
	—	0,85*	0,15	0,17	0,11	—	—
85ХФ	2,40*	1,20	0,42	0,22	0,16	—	—

Примечание. \* — свежие образцы 2-й партии; остальные образцы 1-й партии, бывшие в обработке серной кислотой.

Аналогично совместное ингибирующее действие другого исследованного нами ингибитора — анабазина [8].

Таким образом, во всех случаях ингибиторный эффект примерно через 6 час. достигает максимальной величины — растворение металла практически прекращается для всех испытанных нами марок.

## Выводы

1. Скорость растворения сталей всех испытанных марок в 20% серной кислоте как при 20°, так и при 60° практически одинакова, за исключением сталей марок Х05 и У8Га — скорость их растворения намного большая.



2. Скорость растворения сталей испытанных марок в 20% серной кислоте не зависит от содержания в них углерода.

3. Скорость растворения в 20% серной кислоте сталей испытанных марок при 20° во времени уменьшается и становится довольно постоянной через 1—3 час.

Исключение составляют стали марок X05 и У8Га — скорость их растворения стремительно растет во времени.

4. Ингибиторный эффект поваренной соли (0,2% к весу кислоты) при 20° для всех испытанных марок стали равен приблизительно 2; несколько выше он для сталей марок X05 и У8Га (около 3). Ингибиторный эффект хлор-иона при 60° заметно выше у сталей марок 10КП, 85, 85ХФ, У8Га (от 2,4 до 4,0) и особенно у стали X05 (8,5).

5. Скорость растворения стали при 20° в серной кислоте, ингибированной 0,2% NaCl, во времени сначала снижается, достигая минимума примерно через 6 час., а затем растет, особенно заметно у сталей 10СП, У8Га, 85, 85ХФ, X05.

6. При выдержке образцов стали в серной кислоте, ингибированной NaCl, на поверхности металла возникает, по-видимому, «защитная зона», включающая в себя хлор-ион и сохраняющаяся после обмывания образца водой и протирания его спиртом.

Скорость растворения таких образцов в 20% серной кислоте резко снижается.

7. Ингибиторный эффект азотистых оснований полукоксовой смолы (0,3% к весу кислоты) при 20° и при выдержке в кислоте 1 час для всех испытанных марок стали (кроме X05 и У8Га) колеблется в пределах 2,5—3, а при 60° ингибиторный эффект оснований для всех марок стали отрицателен; при 60° азотистые основания (взяты в количестве 0,3% к весу кислоты) ускоряют растворение металла.

8. Скорость растворения при 20° в 20% серной кислоте, ингибированной 0,3% оснований, возрастает во времени у сталей марок 10СП, У7Га, У8Га, 85, 85ХФ, X05.

9. Ингибиторный эффект смешанного ингибитора (0,3% оснований + 0,2% NaCl) при 20° и выдержке образца в кислоте в течение 1 часа для всех марок стали колеблется в пределах от 8 до 18, а при 60° и выдержке образца в кислоте 10 мин. — в пределах от 10 до 19; для стали X05 он равен даже 48,5.

10. Ингибиторный эффект смешанного ингибитора при 20° для всех испытанных марок стали растет во времени; через 3—6 час. металл практически уже не растворяется в ингибированной кислоте.

Новосибирский институт инженеров  
железнодорожного транспорта

Поступила в редакцию  
5/Х 1959

#### ЛИТЕРАТУРА

- К. С. Курыдин, Е. А. Никонова, И. С. Лифшиц, А. М. Егоров, А. Б. Егорова. Химия и технология топлив и масел. № 3, 1957.
- С. Д. Бесков, Влияние галоид-ионов на скорость растворения стали в кислотах. Уч. зап. Моск. пед. ин-та им. Ленина, т. 63, 1951.
- Т. И. Красовицкая, Влияние процентного содержания углерода в стали на скорость растворения ее в ингибированных и неингибированных кислотах. Уч. зап. Моск. пед. ин-та им. Ленина, т. 63, 1951.
- В. А. Кузнецов, З. А. Иофа. ЖФХ, т. 21, вып. 2, 1947.
- З. А. Иофа, Л. А. Медведев. ДАН СССР, т. 64, № 2, 1949.
- В. В. Лосев. ДАН СССР, т. 88, № 3, 1953.
- З. А. Иофа. Вестник МГУ, сер. мат. и мех. № 2, 1956.
- К. С. Курыдин, Е. А. Никонова, Р. А. Козырева. Изв. СО АН СССР, № 3, 1959.

Ю. Н. ПИОТТУХ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ СИБИРСКИХ УГЛЕЙ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В настоящее время термографический метод используется в химии весьма широко.

При изучении свойств твердых горючих ископаемых этот метод в Советском Союзе был применен в 1944 г. акад. А. А. Скочинским. Термографическим методом пользовались при исследовании причин выбросов газа [1], при изучении свойств угля [2—4], горючих сланцев [5], при исследовании процессов окисления углей [6], процессов коксования и степени углефикации [7—9] и т. д.

Термографические исследования углей проводились в окислительной среде [10], в инертной среде [11] и под вакуумом [12].

В настоящей работе приводятся результаты термографического исследования термического разложения ряда марок сибирских углей. При расшифровке термограмм были использованы наши данные по химическому анализу и материальному балансу термического разложения этих углей при их медленном разогреве в стальной реторте [13].

Исследования проводились на экспериментальной установке, показанной на рис. 1.

Были сняты термограммы с 13 марок углей различных стадий метаморфизма, с содержанием летучих от 9,59% в бунгурском угле до 57,2% в итатском. Данные по исходным углям помещены в табл. 1, а их термограммы на рис. 2.

Таблица 1

№	Уголь	V <sub>г</sub>	W <sub>а</sub>	A <sub>а</sub>	C <sub>г</sub>	H <sub>г</sub>
1	Бунгурский	9,59	1,37	7,71	90,58	4,19
2	Бочатский	18,39	2,1	2,87	88,66	4,36
3	Томь-Усинский	20,3	0,66	9,02	75,78	5,47
4	Краснобродский разрез	35,63	12,3	6,28	—	—
5	Красулинский	37,7	1,7	8,5	08,95	6,36
6	Ленинский	41,2	2,5	0,25	72,25	5,67
7	Красногорский разрез, пласт III	45,35	3,35	5,37	68,74	7,44
8	Журицкий 3	45,44	3,02	5,95	68,3	6,79
9	Ирша-Бородинский	46,54	9,76	4,18	—	—
15	Польсаевский 6	47,17	4,64	8,34	—	—
11	Назаровский	47,5	25,79	6,21	—	—
12	Черемховский	52	6,2	26,6	72,52	4,81
13	Итатский	57,2	7,47	7,68	59	7,47

Из рассмотрения рис. 2 видно, что по мере увеличения содержания летучих в исходном угле характер термограмм усложняется. Количество различных экзо- и эндотермических эффектов увеличивается.

При сопоставлении термограмм обращает на себя внимание значи-



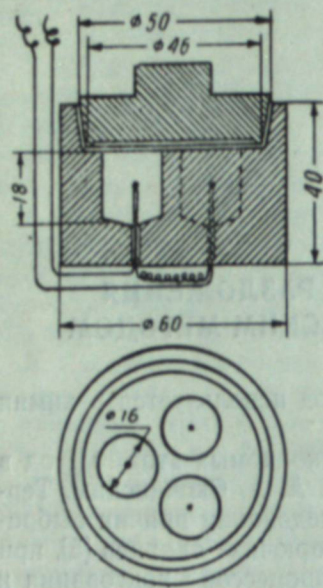


Рис. 1. Блок экспериментальной установки.

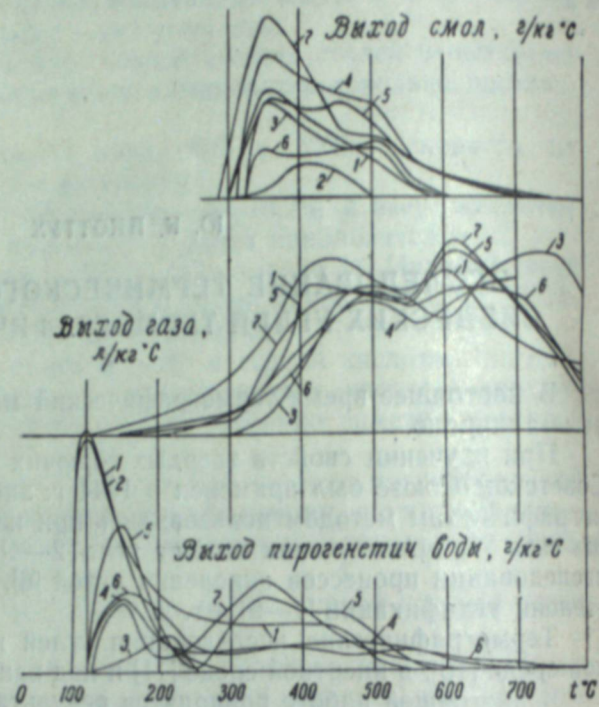


Рис. 3. Динамика выхода продуктов термического разложения углей.

1 — итатский, 2 — черемховский, 3 — томь-усинский, 4 — красулинский, 5 — журиинский, 6 — красногорский (разреза), 7 — полысаевский.

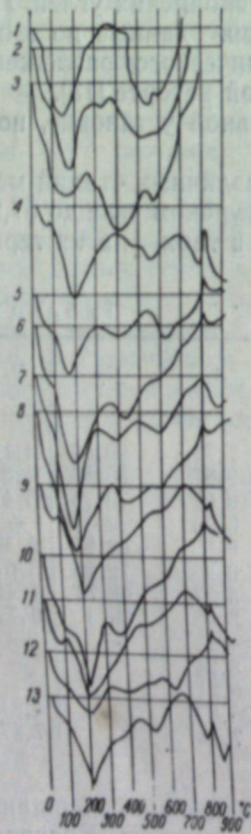


Рис. 2. Термограммы исследованных углей.

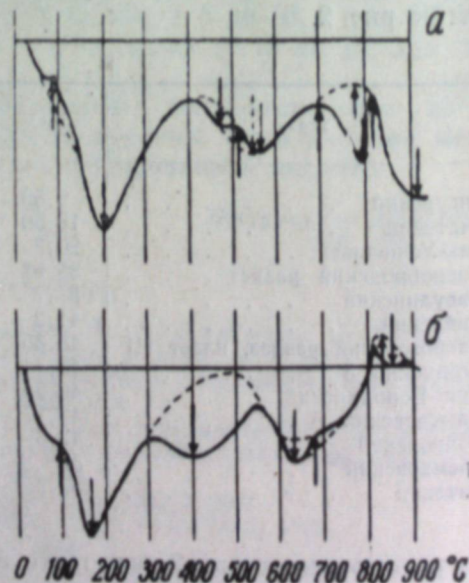


Рис. 4. Термограмма угля:  
а) Краснобродского углеразреза;  
б) Красулинского месторождения.

тельное отклонение от общей закономерности у томь-усинского угля. На первый взгляд это ничем не оправдано, однако, обратившись к кривым выхода продуктов термического разложения углей (рис. 3), полученных при медленном разогреве в реторте [13], видим, что кривые томь-усинского угля также отличаются от кривых прочих исследованных марок.

Как известно, термограммы представляют собой результирующую кривую, получающуюся от суммирования экзо- и эндотермических эффектов, происходящих одновременно в исследуемом материале. Поэтому определение истинного местоположения пиков непосредственно по термограммам может привести к существенным ошибкам. Так, при рассмотрении термограммы угля Краснобродского углеразреза (рис. 4 а) к участку от 400 до 600° С можно подходить с различных точек зрения.

Можно предположить, что при 480° имеется эндотермический пик, но можно этот же пик объяснить наличием экзотермического пика при 510°. Наконец, можно считать, что оба эти эффекта имеют место одновременно. Если принять только один экзотермический эффект при 510°, тогда следует истинное значение эндотермического пика, который на термограмме наблюдается при 560°, отнести к более низкой температуре. Иначе говоря, тот процесс, который вызывает этот пик, будет достигать максимума при температуре, более низкой, чем та, которую можно видеть на термограмме.

Параллельное использование других методов исследования процесса термического разложения позволяет более правильно расшифровать полученные термограммы. Так, при рассмотрении термограммы красулинского угля (рис. 4 б) на первый взгляд кажется, что на диаграмме совершенно ясно выражены два экзотермических эффекта — при 300° и при 550° — и эндотермический эффект — при 400°. Однако, сопоставляя эту термограмму с данными, полученными при термическом разложении этого угля в стальной реторте [13], можно прийти к выводу, что экзотермические пики, получившиеся на термограмме красулинского угля, фиктивные и никаких химических процессов в угольном веществе, могущих дать такие пики, в действительности не происходит.

Эти пики на термограмме получились, по-видимому, из-за эндотермического эффекта, имеющего место при температуре около 400°.

На кривой динамики выхода продуктов термического разложения этого угля (рис. 3) видно, что этому эндотермическому эффекту соответствует начало основного разложения угольного вещества: при температуре 300° (при которой на термограмме (см. рис. 2) наблюдается перелом кривой вниз) начинается выделение смолы, резко увеличивается выход газа и несколько увеличивается выход пирогенетической воды.

Максимальному эндотермическому пику на термограмме при 400° соответствует качественное изменение состава газа термического разложения красулинского угля, полученного при медленном разогреве в стальной реторте. Действительно, на рис. 5 видно, что при температуре 400° имеют место резко выраженные переломы в выходе метана, водорода и углекислого газа.

Другой эндотермический пик на термограмме красулинского угля начинается при температуре порядка 550°, достигает максимума при 630° и заканчивается вскоре после 700°. При сравнении этой картины с кривыми динамики выхода продуктов термического разложения видно, что температуре 550° соответствуют начало второго максимума газовой выделения и начало перелома в кривой выхода смол.

Таким образом, эндотермический пик на термограмме красулинского угля при 630° отражает действительно происходящие реакции термического разложения угольного вещества. Экзотермические пики при 800°,



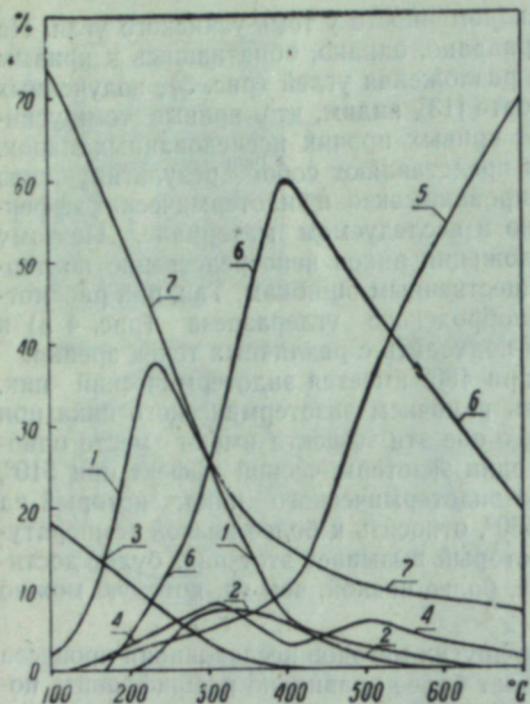


Рис. 5. Изменение состава газа термического разложения красулинского угля.  
Условные обозначения: 1 —  $\text{CO}_2$ , 2 —  $\text{C}_n\text{H}_m$ , 3 —  $\text{O}_2$ , 4 —  $\text{CO}$ , 5 —  $\text{H}_2$ , 6 —  $\text{CH}_4$ , 7 —  $\text{N}_2$ .

Никаких других эффектов, кроме влияния процесса сушки, на полученных термограммах быть не могло. Поэтому имелась возможность проследить влияние процесса сушки на величину и форму первого эндотермического эффекта. Начало пика сушки лежит во всех случаях при температурах 80—90°, температура окончания процесса сушки меняется в зависимости от абсолютной величины влажности испытываемого образца. Так, при начальной влажности 12,11% конец процесса сушки наступает при 170°, при  $W_a = 8,52\%$  при 155°, при  $W_a = 6,2\%$  при 140° и при  $W_a = 3,74\%$  при 125°. Кажущееся затягивание процесса сушки до температур, превышающих 100°, объясняется тем, что к моменту завершения сушки испытываемого материала, непосредственно прилегающего к корольку дифференциальной термопары, два других спая термопары, помещенных в сухой кокс, успевают нагреться до более высокой температуры. Величина максимального отклонения гальванометра также зависит от степени влажности.

Процесс сушки угля, по-видимому, будет несколько отличаться от процесса сушки кокса из-за разницы в свойствах угля и кокса.

Несоответствие величины и площади пика сушки угля с величиной и площадью пика сушки специально приготовленного кокса отмечалось и другими авторами. [10].

На термограммах это скажется, по-видимому, некоторой затяжкой первого эндотермического пика до более высоких температур по сравнению с полученными для кокса той же влажности. Кроме того, как вытекает из исследований процесса термического разложения угля в стальной реторте, процесс сушки и начало термического разложения угля накладывается один на другой. При этом разложение начинается несколько раньше 100°. Все это необходимо учитывать при расшифровке

по данным ряда исследователей, соответствуют, по-видимому, началу структурных изменений угольного вещества, что в наших опытах не проверялось.

Первый эндотермический пик, лежащий во всех термограммах в пределах температур 30—300°, обычно считается пиком сушки, однако, как показали опыты, это не совсем так.

Для исследования влияния влаги на форму и величину первого эндотермического пика нами была поставлена серия опытов, в которых вместо исследуемого угля брался точно такой же кокс, какой был засыпан в качестве эталона.

При проверочном нагревании такой засыпки никаких термических эффектов не наблюдалось. Затем из того же кокса были подготовлены засыпки различной степени влажности:  $W_a = 12,11\%$ ,  $W_a = 8,52\%$ ,  $W_a = 6,2\%$ ,  $W_a = 3,74\%$  и сняты термограммы.

термограмм. При сушке кокса обращает на себя внимание экзотермический пик, который начинается сразу же после начала опыта. Объяснить этот эффект можно, по-видимому, тем, что влажный кокс обладает несколько более высокой теплопроводностью, чем сухой, поэтому спай дифференциальной термопары, погруженной во влажный кокс, нагревается несколько быстрее, чем спай, помещенный в сухой кокс, и это сказывается на форме термограммы, давая на кривой ложный экзотермический пик. Величина этого отклонения также зависит от степени влажности испытываемого материала.

Для более точной расшифровки термограмм желательно разработать методику применения математического аппарата, позволяющую при помощи теории теплопроводности определять истинное местоположение отдельных пиков, исходя из вида термограмм и тепловых свойств материала.

### Выводы

1. Для правильной расшифровки термограмм, полученных при термическом разложении углей, необходимо их сопоставление с данными исследований этого процесса, полученными каким-либо другим методом, например с данными, полученными при термическом разложении угля в стальной реторте.

2. Термографический анализ показал, что у всех исследованных углей процесс термического разложения в основном протекает в две стадии, максимумы которых имеют место при 350—450° и 550—650°.

У углей низкой стадии метаморфизма преобладает процесс разложения при 350—450°, а углей, бедных летучими, при 550—650°.

3. Процесс сушки угля и начало его термического разложения накладываются друг на друга. Поэтому первый эндотермический пик в области температур 50—300° правильнее называть пиком сушки и бертинирования.

Транспортно-энергетический институт  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
19/VIII 1959

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Г. Титов, А. И. Хрисанфова, П. И. Канавец, Р. Н. Смирнов, О свойствах углей, опасных и неопасных по внезапным выбросам. Химия и технология топлива, № 1, 1956.
2. Б. К. Климов, Приложение физико-химического анализа термографического исследования к изучению углей. Сб. «Химия и генезис твердых горючих ископаемых». Изв. АН СССР, 1953.
3. Л. Н. Жданкович, А. Л. Перелелица, Полукоксование углей Восточной Сибири. Тр. Вост.-Сиб. фил. АН СССР, вып. 9, 1956.
4. Differential Thermal Analysis of Coal. Fuel, vol. XXXIV, № 1, 1955, p. 120.
5. А. П. Луцковская, Комплексное термографическое исследование горючих сланцев. Канд. дисс., Ин-т горюч. ископ. АН СССР, М., 1956.
6. И. В. Еремин, Изменение петрографических особенностей углей при окислении их в естественных условиях. Изд. АН СССР, М., 1956.
7. Herbert D. Glass, Studies of metamorphism grades of Coal by Differential Thermal Analysis. Econom. Geol., vol. 49, № 3, 1954, p. 294.
8. Х. А. Исхакова, Термографическое исследование углей и угольных смесей. Кокс и химия, № 10, 1957.
9. Труды совещания по термографии в Казани. Изд. Казан. фил. АН СССР, Казань, 1955.
10. I. B. Stett, O. I. Baker, Differential Thermal Analysis of Coal. Fuel, vol. XXXII, № 4, 1953, p. 415.



11. N. Berkowitz, On the Differential Thermal Analysis of Coal. Fuel, vol. XXXVI, № 3, 1957, p. 355.
12. Walter, L. Whitehead, Irving A. Breger, Vacuum Differential Thermal Analysis. Science, vol. III, March 17, 1950.
13. Ю. Н. Пиоттух, Исследование процесса термического разложения углей при медленном разогреве. Сб. Новосиб. отд. ВНИТОЭ, Новосибирск, 1959.

**И. Н. ВОТЯКОВ**  
**СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ НЕЗАМЕРЗШЕЙ ВОДЫ**  
**В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ**  
**И ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ГРУНТОВ**

Известно, что в мерзлых грунтах при любой отрицательной температуре часть влаги, связанной минеральными частицами грунта, не замерзает. Адсорбированная из воздуха гигроскопическая влага также находится в связанном состоянии с минеральными частицами грунта. Поскольку механизм взаимодействия в том и другом случае определяется природой минеральных частиц грунта, то между содержанием незамерзшей воды в мерзлых грунтах и величиной гигроскопической влажности грунтов возможна взаимосвязь.

Для проверки этого предположения нами были проведены многочисленные опыты по определению процентного содержания незамерзшей воды в мерзлых грунтах при различных отрицательных температурах с параллельным определением максимальной гигроскопической влажности грунтов при отрицательных температурах и воздушно-гигроскопической влажности при положительных температурах. Процентное содержание незамерзшей воды в мерзлых грунтах находилось калориметрическим методом, разработанным Институтом мерзлотоведения АН СССР [1]. Воздушно-гигроскопическая влажность грунтов при положительных температурах определялась по общепринятой методике с фиксацией температуры, атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

Для определения максимальной гигроскопической влажности грунтов при отрицательных температурах была разработана собственная методика, так как этим вопросом до сих пор никто не занимался.

Образцы грунтов в воздушно-сухом состоянии помещались в открытые стеклянные бюксы объемом 25 см<sup>3</sup>, взвешивались с точностью до 0,01 г, после чего выносились в подземную лабораторию Северо-Восточного отделения Института мерзлотоведения АН СССР глубиной 10 м с круглогодичными отрицательными температурами и относительной влажностью воздуха 95—99%. Все определения были параллельны, причем в один бюкс помещался образец, измельченный до состояния порошка, а другой бюкс наполнялся тем же образцом, раздробленным на отдельные кусочки. При этом было установлено, что конечные численные значения максимальной гигроскопической влажности в обоих случаях совпадают.

Чтобы проследить, насколько интенсивно протекает адсорбция водяных паров из воздуха и как она изменяется во времени, бюксы с образцами ежедневно взвешивались в подземной лаборатории. Образцы выдерживались до тех пор, пока не наступала полная стабилизация их веса. После выстойки они переносились в обычную лабораторию, доводились до воздушно-сухого состояния, взвешивались, а затем высушивались при 105—110°, подсчитывались численные значения воз-



душно-гигроскопической влажности грунтов при обычной комнатной температуре и максимально-гигроскопической влажности при данной отрицательной температуре.

В результате периодических взвешиваний образцов в подземной лаборатории было установлено, что процесс насыщения грунтов водяными парами из воздуха происходит сравнительно медленно. Равновесное состояние между адсорбированной и воздушной влагой наступает через 15—100 суток, в зависимости от дисперсности грунта, причем, чем дисперснее грунт, тем длительней процесс его насыщения.

Характер затухания интенсивности насыщения образцов водяными парами из воздуха с относительной влажностью 95—99% при  $t = -3,5^\circ$  показан на рис. 1.

Опыты проводились с различными разновидностями аллювиальных и элювиально-делювиальных грунтов. Образцы были взяты в разных районах Якутии с различных глубин. Все исследовавшиеся грунты по содержанию воднорастворимых солей относятся к очень слабо засоленным (сумма минеральных веществ не превышает 0,1—0,3%).

В табл. 1 приводятся некоторые результаты экспериментальных данных.

Таблица 1

Содержание незамерзшей воды и максимальная гигроскопическая влажность различных грунтов при разных температурах

Тип грунта	Температура образца, $t^\circ$	Процент незамерзшей воды по отношению к весу скелета $w_n, \%$	Максимальная гигроскопическая влажность $w_m, \%$	Гранулометрический состав (в %)			
				размеры фракций (в мм)			
				0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	<0,005
<i>Аллювиальные грунты</i>							
Песок мелкозернистый	-1,0	3,1	3,0	66	25	6	3
»	-6,5	0,5	0,5	75	20	3	2
Супесь	-3,0	4,5	4,3	43	48	6	3
»	-4,0	3,0	3,0	34	38	24	4
»	-5,0	2,0	2,1	61	19	17	3
»	-5,0	2,8	2,6	33	42	20	5
Суглинок	-1,0	6,9	6,5	21	51	18	10
»	-1,0	10,0	10,4	20	36	34	10
»	-2,0	6,2	6,5	25	50	12	14
»	-3,0	7,0	6,8	8	44	38	10
»	-4,0	4,2	4,2	26	46	17	11
»	-4,0	5,6	5,4	20	44	24	12
»	-4,5	4,0	4,3	24	48	16	12
»	-4,5	4,8	4,6	30	44	16	10
»	-6,0	4,5	4,2	8	70	12	10
»	-6,0	4,0	3,8	12	72	5	11
»	-17,0	3,8	3,8	27	36	24	13
<i>Элювиально-делювиальные грунты</i>							
Юрская глина	-8,0	11,2	10,5	—	20	40	40
»	-17,0	7,8	7,6	—	20	40	40
Делювиальный суглинок	-3,5	11,5	10,5	26	16	30	28
Элювиальный суглинок (мергель)	-3,5	5,1	5,5	22	25	30	23
»	-3,5	6,5	6,5	23	25	23	29

Из табл. 1 видно, что в области отрицательных температур (от  $-1^\circ$  до  $-17^\circ$ ) процентное содержание незамерзшей воды во всех разновид-

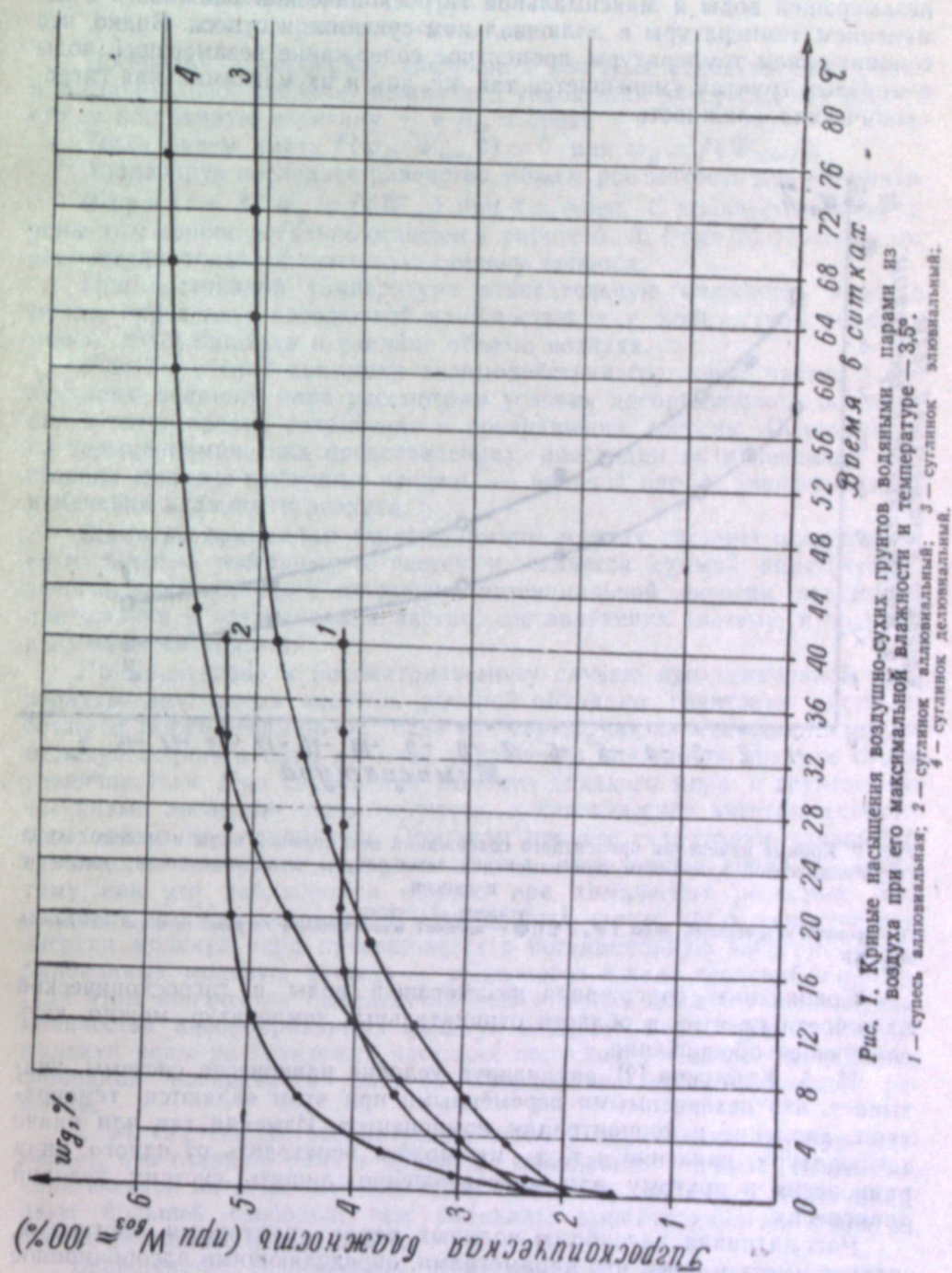


Рис. 1. Кривые насыщения воздушно-сухих грунтов водяными парами из воздуха при его максимальной влажности и температуре  $-3,5^\circ$ . 1 — супесь аллювиальная; 2 — суглинок аллювиальный; 3 — суглинок делювиальный; 4 — суглинок элювиальный.



ностях мерзлых, слабо засоленных грунтов приблизительно совпадает с их максимальной гигроскопической влажностью. Расхождения наблюдаются в пределах погрешности тех и других определений.

На рис. 2 приводим кривые изменения процентного содержания незамерзшей воды и максимальной гигроскопической влажности с изменением температуры в аллювиальном суглинке и супеси. Видно, что с понижением температуры процентное содержание незамерзшей воды в мерзлых грунтах уменьшается так же, как и их максимальная гигроскопическая влажность.

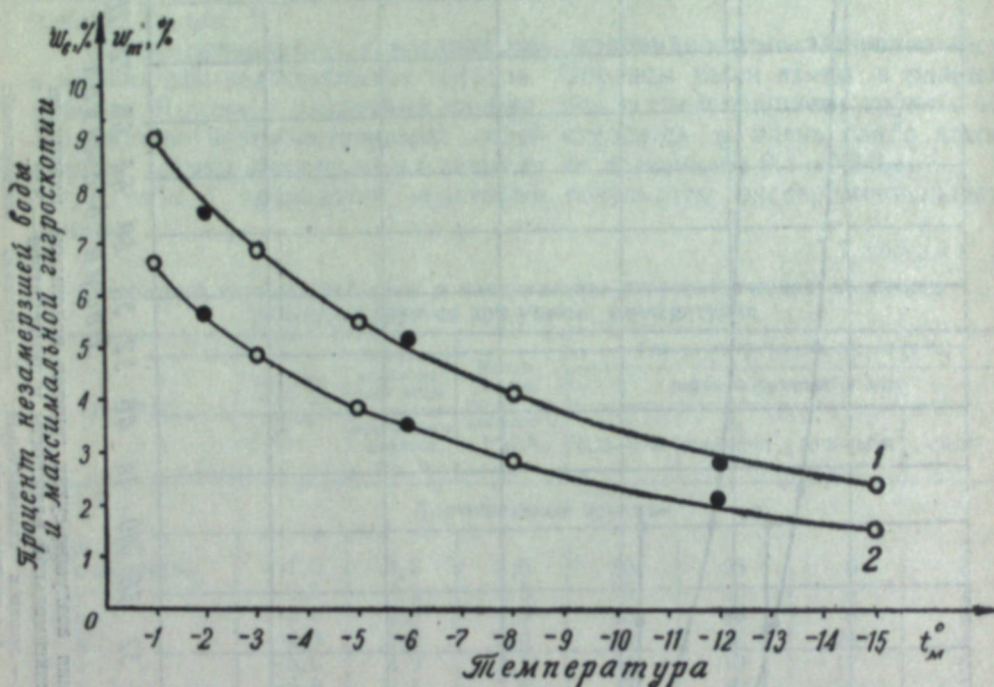


Рис. 2. Кривые изменения процентного содержания незамерзшей воды и максимальной гигроскопической влажности при изменении температуры в аллювиальном суглинке и супеси.

О — процент незамерзшей воды ( $w_n$ , %); ● — процент максимальной гигроскопической влажности ( $w_m$ , %).

Совпадению содержания незамерзшей воды и гигроскопической влажности грунтов в области отрицательных температур можно дать следующее обоснование.

И. А. Каблуков [2], анализируя условия равновесия системы, указывает, что независимыми переменными при этом являются температура, давление и концентрация компонентов. Изменяя так или иначе температуру, давление и т. д., мы можем переходить от одного вида равновесия к другому или же совершенно лишиться системы условий равновесия.

Рассматривая адсорбцию водяных паров грунтовыми частицами, следует иметь в виду, что параметрами, определяющими адсорбционное равновесие, являются относительная влажность воздуха, температура и атмосферное давление. Математически адсорбционное равновесие связанной в грунтах воды, в зависимости от окружающей среды, можно выразить функциональной зависимостью вида:

$$f(w_g, W_{\text{воз}}, t, p_{\text{ат}}) = 0,$$

где  $w_g$  — количество адсорбированного пара на 1 г абсолютно сухого грунта, или воздушно-гигроскопическая влажность;  
 $W_{\text{воз}}$  — относительная влажность воздуха;  
 $t$  — температура;  
 $p_{\text{ат}}$  — атмосферное давление.

Поскольку атмосферное давление в обычных условиях изменяется в незначительной степени, можно для упрощения рассуждений принять его за постоянную величину, т. е.  $p_{\text{ат}} = \text{const}$ .

Тогда будем иметь  $f(w_g, W_{\text{воз}}, t) = 0$  или  $w_g = f(W_{\text{воз}}, t)$ .

Анализируя последнее равенство, можем рассмотреть два варианта.

Вариант I.  $w_g = f(W_{\text{воз}})$  при  $t = \text{const}$ . С количественной стороны этот вопрос детально освещен в работе А. А. Роде [3]. Поэтому мы рассмотрим только физическую сторону вопроса.

При постоянной температуре относительную влажность воздуха можно определять абсолютной влажностью, т. е. количеством водяных паров, содержащихся в единице объема воздуха.

Для выяснения динамики взаимодействия грунтовых частиц с молекулами водяного пара рассмотрим условия адсорбционного равновесия с точки зрения сохранения и превращения энергии. Основываясь на термодинамических представлениях, проследим за изменением состояния системы грунтовые частицы — водяной пар в зависимости от изменения влажности воздуха.

Согласно принципам термодинамики энергия системы складывается из энергий составных ее частей и является суммой кинетической энергии молекулярного движения, потенциальной энергии взаимного притяжения и отталкивания частиц, составляющих систему, и энергии излучения внутри нее.

Применительно к рассматриваемому случаю при неизменной температуре внутренняя энергия, которой обладают грунтовые частицы, остается также неизменной, тогда как суммарная кинетическая энергия молекул водяного пара по мере увеличения влажности воздуха будет увеличиваться. При соударении молекул водяного пара с грунтовыми частицами последние гидратируются, а кинетическая энергия молекул переходит в потенциальную. При этом процесс гидратации, связанный с явлением адсорбции, сопровождается выделением тепла, подобно тому, как это наблюдается обычно при химических реакциях. Это означает, что при гидратации минеральных частиц часть кинетической энергии молекул пара превращается в потенциальную энергию адсорбированных молекул, а часть — выделяется в виде тепловой энергии. При этом количество выделенного тепла может служить показателем количества адсорбированных молекул водяного пара. При адсорбции молекул воды на грунтовых частицах происходит также уменьшение свободной поверхности энергии радикалов кристаллической решетки.

Е. М. Сергеев [4], рассматривая теплоту смачивания грунтов, указывает, что главную роль в процессе смачивания играет изменение кинетической энергии молекул воды, поскольку молекулы воды обладают большей свободой, чем радикалы кристаллической решетки, прочно связанные между собой.

Большинство современных исследователей справедливо считает, что связанная вода в грунтах имеет полимолекулярное строение, независимо от того, образовалась ли она при сорбции молекул воды из жидкого или парообразного состояния [3, 5—7]. При этом максимально



возможное количество связанной воды в грунте (при данной температуре) определяется величиной максимальной гигроскопической влажности грунта независимо от характера насыщения [7].

Этим и объясняется, что при данной отрицательной температуре процентное содержание незамерзшей (связанной) воды в мерзлых грунтах совпадает с их максимальной гигроскопической влажностью при той же температуре.

Вариант II.  $w_p = f(t)$  при  $W_{\text{воз}} = \text{const}$ . Температура является одним из решающих факторов, определяющих условие адсорбционного равновесия между свободными и связанными молекулами воды. С повышением или понижением температуры изменяется не только суммарная кинетическая энергия молекул воды и радикалов кристаллических решеток грунта, но и структура воды, по своей природе очень сложная

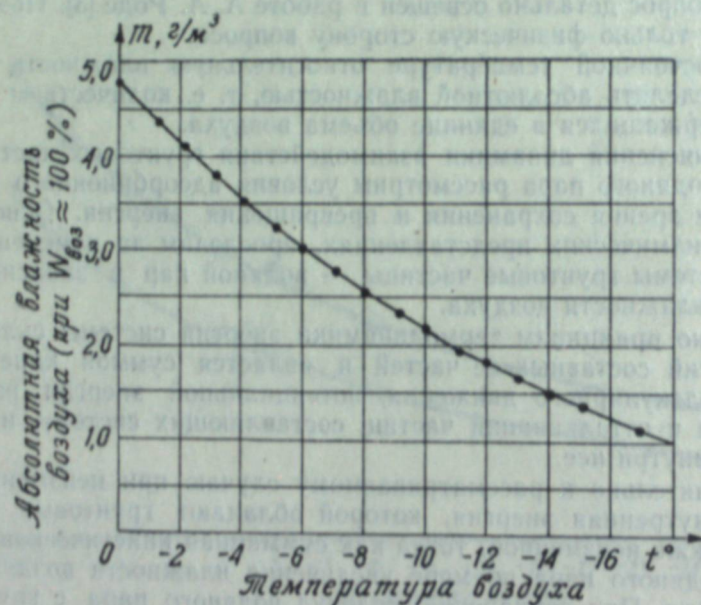


Рис. 3. Кривая изменения абсолютной влажности насыщенного водяными парами воздуха в зависимости от температуры.

и изменчивая. Поскольку нас интересует, как изменяется максимальная гигроскопическая влажность грунта с изменением температуры, рассмотрим только частный случай функциональной зависимости  $w_g = f(t)$ , а именно:  $w_m = f(t)$  при  $W_{\text{воз}} \approx 100\%$ .

Зависимость абсолютной влажности воздуха, максимально насыщенного водяными парами, от температуры в области ниже  $0^\circ$  показана на рис. 3 [8]. Характер кривой, по интенсивности ее спада, при понижении температуры не отличается от кривых, изображающих зависимость процентного содержания незамерзшей воды в мерзлых грунтах от температуры (рис. 2). Это указывает на то, что определенному приращению количества водяного пара в единице объема насыщенного воздуха соответствует определенное приращение количества адсорбированной воды в грунте, т. е. максимальная гигроскопическая влажность и процентное содержание незамерзшей (связанной) воды в мерзлом грунте с повышением температуры увеличиваются.

С понижением температуры наблюдается обратная картина. Если исходить из термодинамических представлений, подробно изложенных

при разборе варианта I, то приведенные соображения легко объяснимы. Но такое объяснение справедливо только для области отрицательных температур (вернее, для температур ниже  $+4^\circ$ ). Е. М. Сергеев [4], занимаясь определением теплоты смачивания почв и грунтов, установил, что максимальное значение теплоты смачивания наблюдается при температуре воды  $+4^\circ$ , т. е. при температуре ее максимальной плотности. С повышением или понижением температуры относительно  $+4^\circ$  теплота смачивания уменьшается так же, как и плотность воды. Следовательно, и максимальная гигроскопическая влажность грунта будет наибольшей при  $+4^\circ$ , по мере повышения или понижения температуры от  $+4^\circ$  она будет уменьшаться.

Явление максимальной гидратации грунтовых частиц при максимальной плотности воды, видимо, объясняется ее структурными особенностями. Согласно полимеризационной теории вода является смесью гидроля  $\text{H}_2\text{O}$ , дигидроля  $(\text{H}_2\text{O})_2$  и тригидроля  $(\text{H}_2\text{O})_3$ , соотношения между которыми определяются температурой. Максимальная плотность воды при  $+4^\circ$  объясняется тем, что при этой температуре в воде преобладают наиболее компактно размещенные молекулы дигидроля. С изменением температуры изменяется также свободная поверхностная энергия минерального скелета грунта. Поэтому в совокупности с изменением окружающей среды наблюдается очень сложная картина взаимодействия между водой и минеральными частями грунта, внутренняя сущность которой пока не раскрыта.

При параллельном определении максимальной гигроскопической влажности грунтов при отрицательных температурах и воздушно-гигроскопической влажности при положительных температурах нами было установлено, что между теми и другими показателями существует очень тесная связь, которая заключается в том, что отношения воздушно-гигроскопических влажностей различных грунтов к их максимальной гигроскопическим влажностям выражаются одним и тем же числом.

Математически это положение может быть представлено в виде:

$$\frac{w_g}{w_m} = \frac{w_{g_1}}{w_{m_1}} = \dots = \frac{w_{g_i}}{w_{m_i}} = \text{const.}$$

При этом  $w_g = f(t, W_{\text{воз}})$ , а  $w_m = f(t_m)$ ,

где  $w_g$  — воздушно-гигроскопическая влажность данного грунта при данной относительной влажности воздуха  $W_{\text{воз}}$  и температуре  $t$ ;

$w_m$  — максимальная гигроскопическая влажность того же грунта при данной отрицательной температуре  $t_m$ .

Если один из параметров ( $W_{\text{воз}}, t, t_m$ ), определяющих численные значения  $w_g$  и  $w_m$ , изменится, то соответственно изменится и отношение  $\frac{w_g}{w_m}$ , но опять-таки для всех типов грунтов оно будет одинаковым.

В табл. 2 приводим экспериментальные данные, подтверждающие связь между  $w_g$  и  $w_m$  в зависимости от указанных выше параметров. Образцы были представлены как аллювиальными, так и элювиально-делювиальными отложениями (песками, супесями, суглинками, глинами и мергелями).

Из приведенных данных можно сделать заключение, что соотношения между  $w_g$  и  $w_m$  зависят от параметров, определяющих указан-



Таблица 2

Соотношения между воздушно-гигроскопической влажностью грунтов при положительных температурах и максимально-гигроскопической влажностью при отрицательных температурах

Воздушно-гигроскоп. влажность		Максимально-гигроскоп. влажность при $t_m = -4.5^\circ$ $w_m, \%$	Отношения воздушно-гигроскоп. влажн. максимально-гигроскоп.		Воздушно-гигроскоп. влажн. $w_g, \%$ при $t = 20^\circ$ и $W_{\text{воз}} = 33\%$	Максим.-гигроскоп. влажн. при $t_m = -3.5^\circ$ $w_m, \%$	Отношение $\frac{w_g}{w_m}$
при $t = 10^\circ$ $W_{\text{воз}} = 36\%$	при $t = 22^\circ$ $W_{\text{воз}} = 45\%$		$\frac{w_I}{w_m}$	$\frac{w_{II}}{w_m}$			
1,32	1,52	4,26	0,31	0,36	0,75	3,14	0,24
1,50	1,74	5,03	0,30	0,35	1,34	6,36	0,21
1,56	1,79	5,29	0,30	0,34	0,78	3,22	0,24
1,44	1,57	4,63	0,31	0,34	0,72	3,30	0,22
1,27	1,46	4,12	0,31	0,35	0,69	3,14	0,22
1,67	2,01	5,18	0,32	0,39	1,15	4,62	0,25
1,51	1,78	4,48	0,34	0,40	1,19	4,60	0,26
1,62	1,92	4,88	0,33	0,39	0,69	2,67	0,26
1,57	1,78	4,56	0,34	0,39	0,79	3,02	0,26
1,92	2,19	5,76	0,33	0,38	0,49	1,90	0,26
1,53	1,80	4,95	0,31	0,36	1,56	6,40	0,24
2,11	2,27	6,49	0,33	0,35	0,91	3,44	0,26
1,89	2,00	5,68	0,33	0,35	1,50	5,95	0,25
1,66	1,91	5,22	0,32	0,36	1,83	7,00	0,26
1,87	5,77	0,32	0,32	0,77	3,10	0,25	
1,91	5,92	0,32	0,32	1,53	5,92	0,26	
2,10	6,17	0,34	0,34	1,35	5,40	0,25	
1,58	4,61	0,34	0,34	0,39	1,47	0,26	
2,35	7,41	0,32	0,32	1,08	4,10	0,26	
0,91	2,85	0,32	0,32	0,27	1,11	0,24	
Средние			0,33	0,37			0,24

ные показатели. В частности,  $\frac{w_g}{w_m}$  будет тем больше, чем выше относительная влажность воздуха и чем ниже отрицательная температура, при которой определялась максимальная гигроскопическая влажность грунта. Насколько взаимосвязаны между собой  $w_g$  и  $w_m$  можно судить по коэффициенту корреляции, который равен: 0,97 — для I и III рядов, 0,96 — для II и III рядов и 0,98 — для VI и VII рядов (см. табл. 2).

Приведенные значения коэффициента корреляции показывают, что между  $w_g$  и  $w_m$  существует очень тесная связь. Поэтому достаточно знать один из двух показателей грунта, чтобы определить второй. В частности, зная  $w_g$ , можно определить и  $w_m$ , а следовательно, и процентное содержание незамерзшей воды в мерзлом грунте при данной отрицательной температуре. При изменении условий окружающей среды ( $W_{\text{воз}}, t, t_m$ ) отношение  $\frac{w_g}{w_m}$  также изменится, но опять-таки будет одинаковым для всех типов грунтов (песков, супесей, суглинков и глин). Поэтому, чтобы по воздушно-гигроскопической влажности грунтов определить их максимальную гигроскопическую влажность, а следовательно, и процентное содержание незамерзшей воды при данной отрицательной температуре, достаточно иметь ряд численных значений  $\frac{w_g}{w_m}$ , соответствующих различным значениям комнатной температуры  $t$ , относительной влажности воздуха  $W_{\text{воз}}$  и отрицательной температуры  $t_m$ .

## Выводы

1. Максимальная гигроскопическая влажность грунтов в области отрицательных температур увеличивается с повышением и уменьшается с понижением температуры точно так же, как и содержание незамерзшей воды в мерзлых грунтах.

2. В области отрицательных температур максимальная гигроскопическая влажность грунта (незасоленного) совпадает при данной температуре с процентным содержанием незамерзшей воды. Это свидетельствует о том, что при данной отрицательной температуре не замерзает только та часть воды, которая способна адсорбироваться при этой температуре с выделением тепла.

3. Динамическое равновесие между незамерзшей водой и льдом в мерзлом незасоленном грунте соответствует адсорбционному равновесию при той же температуре между адсорбированными (связанными) и свободными молекулами водяного пара насыщенного воздуха.

4. Отношения воздушно-гигроскопических влажностей для различных разновидностей грунтов при положительных температурах к их максимально-гигроскопическим влажностям при отрицательных температурах выражаются одним и тем же числом. При изменении условий окружающей среды (относительно влажности воздуха и температуры) численные значения указанных отношений изменяются для всех разновидностей грунтов в одинаковой степени.

Северо-Восточное отделение  
Института мерзлотоведения  
им. В. А. Обручева АН СССР

Поступила в редакцию  
11/IX 1959

## ЛИТЕРАТУРА

3. А. Нерсесова, Калориметрический метод определения льдистости грунтов. Мат. по лабор. исслед. мерзлых грунтов. Сб. 1, изд. АН СССР, 1953.
- И. А. Каблуков, Е. Н. Гапон, М. А. Гриндель, Физическая и коллоидная химия. Госсельхозиздат, 1949.
- А. А. Роде, Почвенная влага. Изд. АН СССР, 1952.
- Е. М. Сергеев, Новое в методике определения теплоты смачивания почв и грунтов. Почвоведение, т. 5, 1946.
- С. И. Долгов, Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. Изд. АН СССР, 1948.
- В. А. Приклонский, Грунтоведение, ч. I. Госгеоллиздат, 1949.
- Е. М. Сергеев, Общее грунтоведение. Изд. МГУ, 1952.
- Краткий справочник химика. Госхимиздат, 1951.



В. Г. ПАВЛЕНКО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ГАБАРИТОВ РЕЧНЫХ СУДОВ  
И ТОЛКАЕМЫХ СОСТАВОВ С УЧЕТОМ ТЕЧЕНИЯ

## Постановка задачи

В связи с повсеместным распространением вождения несамоходных судов способом толкания и планируемым оснащением флота грузовыми теплоходами большой грузоподъемности особое внимание следует уделить вопросу о возможности прохождения такими составами или судами поворотов речного русла.

Существующие методы решения задачи о предельных габаритах составов и судов на закруглении реки, в том числе детально разработанный метод Г. И. Ваганова [1], не учитывают влияния течения на характер движения судна в речном потоке. Следствием этого является противоречивый опыт судовождения вывод, что габариты состава не зависят от того, движется состав во взводном или понизовом направлении.

Между тем судостроителям хорошо известно, что при движении вверх для данного поворота допустимы значительно большие габариты судна или состава, чем при движении по течению.

Это учитывается и современными правилами плавания [2], в которых указано, что длина судов и составов должна быть при следовании вниз в 4 раза и при следовании вверх в 2 раза меньше нормирующих радиусов закруглений.

Натурные испытания составов, материалы которых использованы Г. И. Вагановым, не могли вскрыть это противоречие теории и опыта, так как они проводились на Горьковском и Куйбышевском водохранилищах, т. е. при отсутствии течения.

Ниже приведен метод определения предельных габаритов судна или состава на повороте речного русла с учетом течения.

## Основные допущения

1. Состав (судно) считаем имеющим в плане прямоугольную форму.
2. Центр тяжести судна (состава) совпадает с центром тяжести прямоугольника, т. е. расположен на половине длины судна (состава).
3. Форма судового хода на закруглении аппроксимируется круговым кольцом.
4. Движение судна (состава) считается установившимся с постоянной скоростью и постоянным углом дрейфа центра тяжести, соответствующими движению судна на некоторой эквивалентной установившейся циркуляции.

Эти допущения, по существу, полностью совпадают с допущениями Г. И. Ваганова. В дальнейшем Г. И. Ваганов под эквивалентной циркуляцией подразумевает циркуляцию того же судна на спокойной воде с

радиусом, равным радиусу кривизны абсолютной (пространственной) траектории центра тяжести судна (состава) на закруглении реки.

Такое представление встречает серьезные возражения, поскольку гидродинамические силы, определяющие потерю скорости на закруглении, а следовательно, угол дрейфа и другие параметры циркуляции связаны по своему происхождению не с пространственным движением судна, а с его перемещением относительно воды.

Поэтому нами принято следующее допущение:

5. Эквивалентной циркуляцией является циркуляция на спокойной воде с радиусом, равным радиусу кривизны траектории центра тяжести судна (состава) относительно воды.

Аналогичный принцип был с успехом применен нами ранее [3] для решения задачи обработки испытаний речных судов на циркуляции. Близость построенных относительных траекторий к окружностям является несомненным подтверждением справедливости допущения 5.

Этот же принцип может быть использован при решении ряда других задач — о потерях скорости судов и составов из-за извилистости речного русла, о наиболее выгодной трассе движения состава на криволинейном участке реки и т. п.

Дополнительно примем менее существенные допущения:

6. При ограниченной глубине относительное уменьшение скорости на циркуляции по сравнению с движением по прямому курсу совпадает с относительным уменьшением скорости на глубокой воде.

7. Скорость течения на закруглении в пределах судового хода пропорциональна радиусу (расстоянию от центра кривизны участка реки).

Последнее допущение в общем соответствует известному из натуральных наблюдений [4] факту, что в меандрирующих речных потоках на закруглении скорость возрастает от выпуклого берега к вогнутому.

## Элементы кинематики судна в речном потоке

Пусть задано векторное поле скоростей течения

$$\vec{c} = \vec{c}(\vec{r}),$$

а также абсолютная траектория движения центра тяжести судна (состава)

$$\vec{r} = \vec{r}(t).$$

Тогда (рис. 1) техническая скорость

$$\vec{u} = \vec{v} + \vec{c} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}. \quad (1)$$

С другой стороны, скорость относительно воды связана с радиусом-вектором относительной траектории соотношением:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}_0}{dt} = \dot{\vec{r}}_0. \quad (2)$$

Из (1) и (2) имеем

$$\dot{\vec{r}}_0 = \dot{\vec{r}} - \dot{\vec{c}}. \quad (3)$$

Построение относительной траектории по абсолютной может быть произведено по выражению, получаемому путем интегрирования (3) вдоль абсолютной траектории:

$$\vec{r}_0 = \vec{r} - \int_{(\vec{r})} \dot{\vec{c}}(\vec{r}) dt. \quad (4)$$



Путем обработки построенной таким путем относительной траектории могут быть получены ее основные характеристики — радиус кривизны, угол дрейфа судна. Однако удобнее определять параметры относительной траектории в каждой точке абсолютной (пространственной) траектории из локальных соотношений, приведенных ниже.

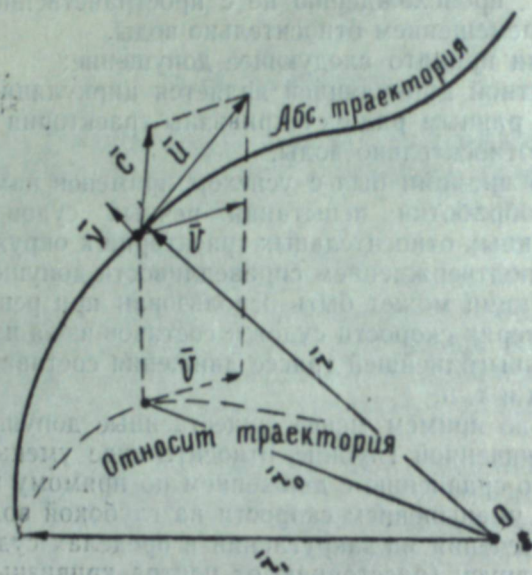


Рис. 1. Абсолютная и относительная траектории судна.

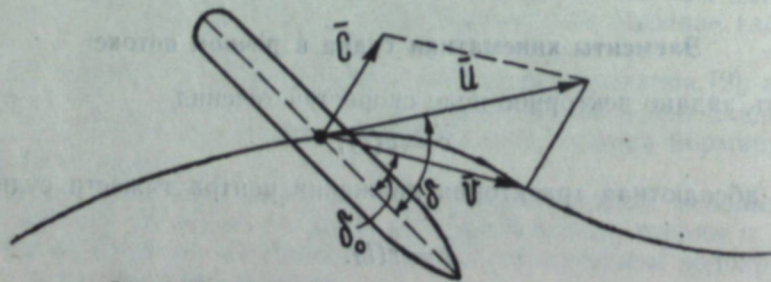


Рис. 2. К определению истинного угла дрейфа.

(1) Радиус кривизны  $\rho$  кривой  $\vec{r}(t)$  определяется известным выражением

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\dot{\vec{r}} \times \ddot{\vec{r}}}{(\dot{r}^2)^{3/2}}, \quad (5)$$

где  $\dot{\vec{r}} \times \ddot{\vec{r}}$  — псевдоскалярное (косое) произведение векторов скорости и ускорения.

Тогда с учетом (2) и (3) для радиуса кривизны относительной траектории получим

$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{\bar{v} \times \ddot{\bar{v}}}{[\bar{v}^2]^{3/2}} = \frac{(\bar{u} - \bar{c}) \times (\ddot{\bar{u}} - \ddot{\bar{c}})}{[(\bar{u} - \bar{c})^2]^{3/2}}. \quad (6)$$

Истинный угол дрейфа  $\delta_0$  (рис. 2) определяется через кажущийся угол  $\delta$  (угол между диаметральной и касательной к абсолютной траектории центра тяжести) по выражению

$$\delta_0 = \delta - \arcsin \frac{\bar{v} \times \bar{u}}{v u}. \quad (7)$$

Формулы (6) и (7) пригодны для любого случая движения судна (состава) в речном потоке.

В частном случае установившегося движения судна (состава) на закруглении речного русла можно считать, что центр тяжести судна движется в пространстве по дуге окружности радиуса  $R_n$ , которая совпадает (если пренебречь поперечной циркуляцией) с одной из линий тока реки.

В этом случае, с учетом сделанных допущений

$$c = |\bar{c}| = \text{const},$$

$$v = |\bar{v}| = \text{const},$$

$$v \parallel \bar{c}.$$

Учитывая свойства псевдоскалярного произведения, из формулы (7) получаем

$$\delta_0 = \delta, \quad (8)$$

т. е. истинный и кажущийся углы дрейфа в данном частном случае совпадают.

Введем векторы:

$\bar{\tau}$  — орт касательной к абсолютной траектории,

$\bar{v}$  — орт нормали (см. рис. 1).

При этом

$$\bar{\tau} \times \bar{v} = -\bar{v} \times \bar{\tau} = 1. \quad (9)$$

Кроме того, в соответствии с формулами Френе

$$\frac{d\bar{\tau}}{dt} = \frac{d\bar{\tau}}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \frac{\bar{v}}{R_n} u, \quad (10)$$

где  $s$  — путь, проходимый судном в пространстве.

Тогда

$$\ddot{\bar{u}} - \ddot{\bar{c}} = v \bar{\tau}, \quad (11)$$

причем  $v = \text{const}$ .

Далее, учитывая (10), получим

$$\ddot{\bar{u}} - \ddot{\bar{c}} = \frac{v}{R_n} \bar{u} \bar{v}. \quad (12)$$

Тогда из формулы (6) для радиуса эквивалентной циркуляции получаем, с учетом (9), (11) и (12), следующее выражение:

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_n} \cdot \frac{u}{v}. \quad (13)$$

Отсюда для случая движения вверх ( $u = v - c$ )

$$R_0 = R_n \frac{1}{1 - \frac{c}{v}}. \quad (14)$$

При движении по течению

$$R_0 = R_n \frac{1}{1 + \frac{c}{v}}. \quad (15)$$



Здесь  $v$  — скорость движения состава относительно воды на закруглении, которая может быть выражена через скорость прямолинейного движения  $v_0$  по известным формулам:

а) по Г. А. Фирсову [5]:

$$\dot{v}_0 = v \operatorname{cth} \left( 0,41 \frac{R_0}{L} \right); \quad (16)$$

б) по И. Г. Хановичу [6],

$$v_0 = v \sqrt[3]{1 + \frac{10}{(R_0/L)^2}}; \quad (17)$$

в) по нашей формуле [3]:

$$v_0 = v \sqrt{1 + \frac{6,8}{(R_0/L)^2}}. \quad (18)$$

Все эти формулы могут быть объединены общей записью:

$$v_0 = v \cdot \varphi \left( \frac{R_0}{L} \right), \quad (19)$$

где  $L$  — длина судна или состава.

Точный вид функции  $\varphi$  должен быть в дальнейшем определен на основе систематических испытаний речных судов и составов. Пока же при построении графиков и в численных примерах мы будем использовать формулу Г. А. Фирсова как наиболее проверенную для морских судов.

Будем считать скорость течения положительной при движении вниз и отрицательной при движении вверх. Тогда из (14), (15) и (19) следует:

$$\frac{R_{II}}{L} = \frac{R_0}{L} \left[ 1 + \frac{c}{v_0} \varphi \left( \frac{R_0}{L} \right) \right] \quad (20)$$

или схематически

$$\frac{R_{II}}{L} = f_1 \left( \frac{c}{v_0}, \frac{R_0}{L} \right). \quad (21)$$

График функции  $f_1$  представлен на рис. 3.

Угол дрейфа  $\delta$  может быть определен по приближенной формуле Мунка (см. [7]):

$$\frac{R_0}{L} \cdot \delta = a = \text{const}. \quad (22)$$

На основании теоретических исследований И. Г. Хановичем [6] получено следующее выражение для величины  $a$ :

$$a = \frac{2 \frac{\delta_1}{c} \cdot \frac{B}{L} + \frac{c}{4} \cdot \frac{l}{L} + \frac{c}{8}}{c \left( \frac{l}{L} + \frac{1}{4} \right)}. \quad (23)$$

Здесь  $\delta_1$  — общий коэффициент полноты;

$c$  — коэффициент полноты диаметральной;

$l$  — расстояние от нуля до центра тяжести судна (состава).

В нашем случае можно принять  $l \approx 0,5 L$  и  $\delta_1 \approx 0,9 c$ , после чего формула (23) принимает вид:

$$a = \frac{1,2}{c} \cdot \frac{B}{L} + 0,33. \quad (24)$$

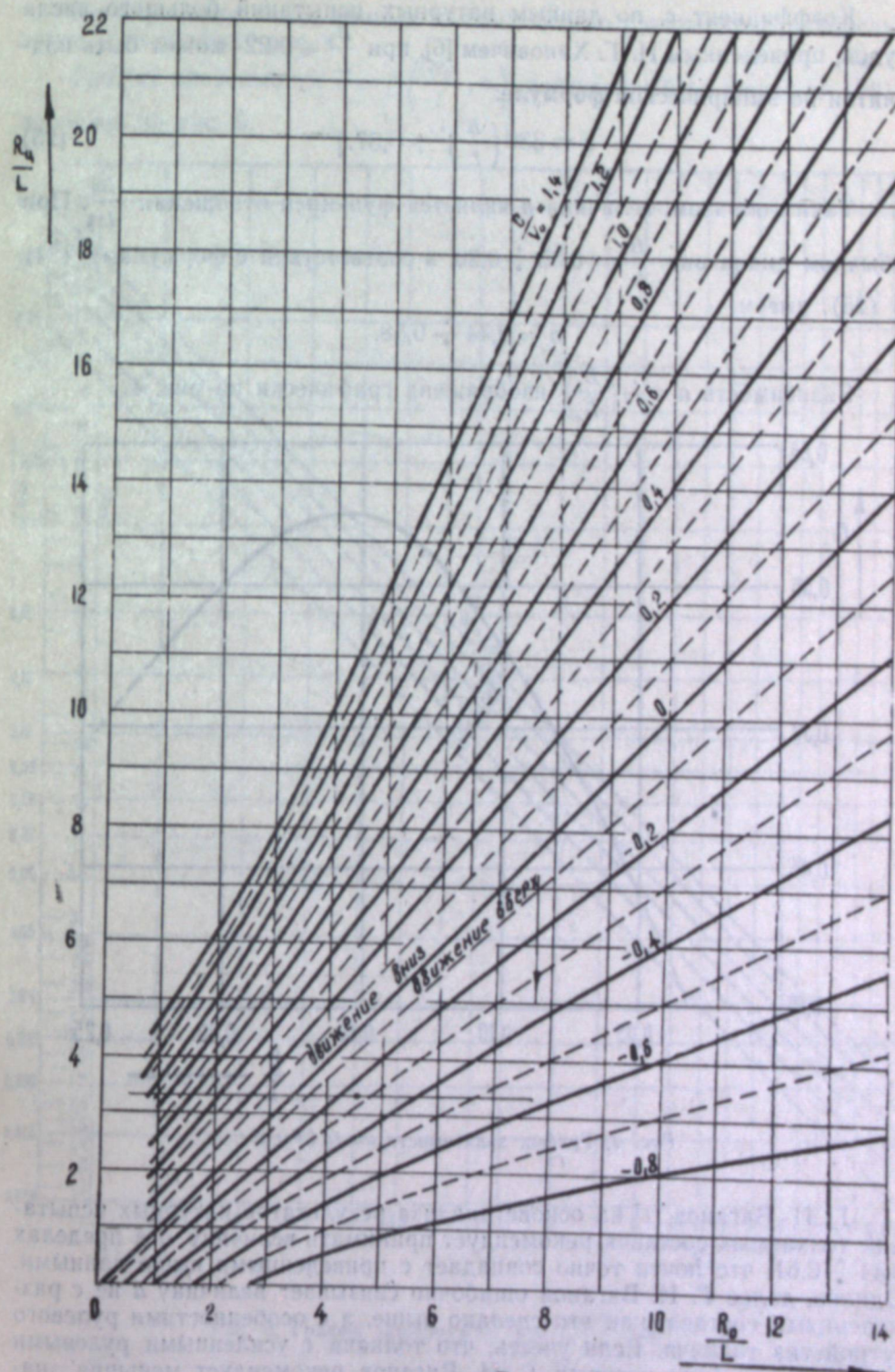


Рис. 3. График зависимости  $\frac{R_{II}}{L} = f_1 \left( \frac{R_0}{L}, \frac{c}{v_0} \right)$ .



Коэффициент  $c$ , по данным натурных испытаний большого числа судов, приведенным И. Г. Хановичем [6], при  $\frac{B}{L} \leq 0,22$  может быть подсчитан по эмпирической формуле:

$$c = 330 \left( \frac{B}{L} \right)^4 + 0,57. \quad (25)$$

Таким образом, величина  $a$  является функцией отношения  $\frac{B}{L}$ . При обычном диапазоне  $\frac{B}{L} = 0,05 \div 0,20$ , в соответствии с формулами (24) и (25), имеем:

$$a = 0,44 \div 0,58.$$

Зависимость  $a = f_2 \left( \frac{B}{L} \right)$  изображена графически на рис. 4.

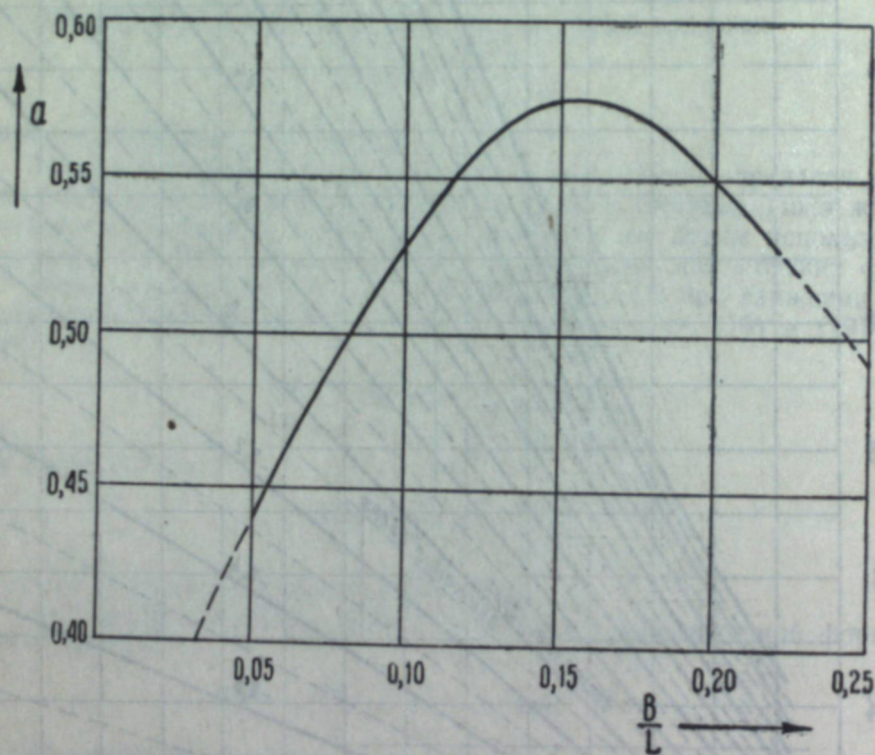


Рис. 4. График зависимости  $a = f_2 \left( \frac{B}{L} \right)$ .

Г. И. Ваганов [1] на основе анализа результатов натурных испытаний толкаемых составов рекомендует принимать величину  $a$  в пределах  $0,44 \div 0,61$ , что почти точно совпадает с приведенными выше данными. Однако, далее Г. И. Ваганов ошибочно связывает величину  $a$  не с размерениями состава, как это сделано выше, а с особенностями рулевого устройства толкача. Если учесть, что толкачи с усиленными рулевыми устройствами (для которых Г. И. Ваганов рекомендует меньшие значения  $a$ ), как правило, толкают более длинные составы с меньшими значениями  $\frac{B}{L}$ , то ясно, что в данном случае эксперименты ГИИВТ и теории И. Г. Хановича вполне согласуются между собой.

До получения более точных данных можно рекомендовать определение  $a$  по графику рис. 4.

График зависимости  $\delta = f_3 \left( \frac{R_0}{L}, a \right)$ , построенный по формуле (22), приведен на рис. 5.

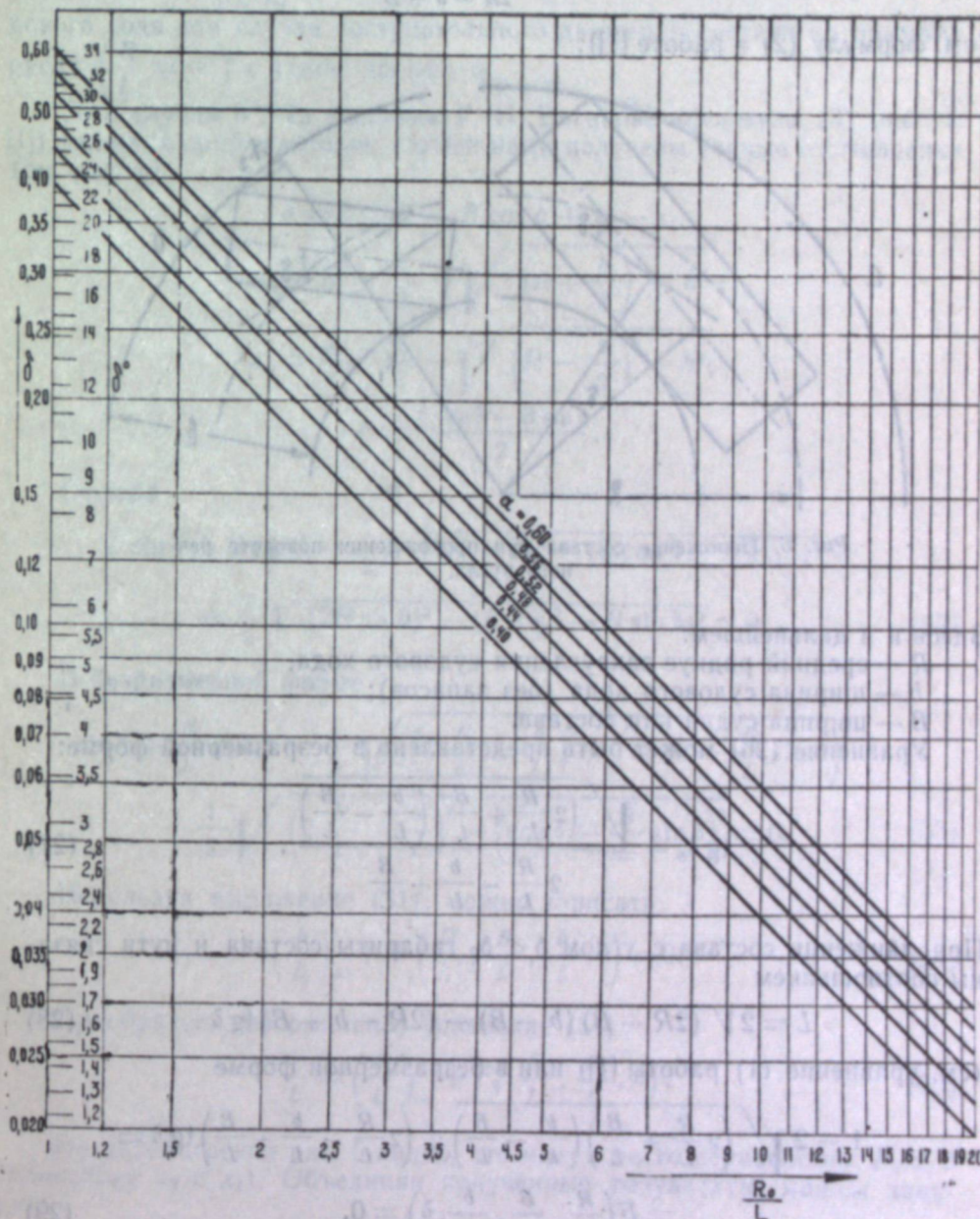


Рис. 5. График зависимости  $\delta = f_3 \left( \frac{R_0}{L}, a \right)$ .

#### Геометрические соотношения

Как справедливо указывает Г. И. Ваганов [1], возможны два вида расположения предельного по габаритам состава на данном закруглении судового хода (рис. 6). Положение  $a$  имеет место при углах дрей-



фа состава, меньших критического угла дрейфа  $\delta_0$ , а положение  $b$  — при  $\delta > \delta_0$ .

Критический угол дрейфа может быть определен выражением

$$\operatorname{tg} \delta_0 = \frac{\sqrt{(2R+B)(b-B)}}{2R-b+B} \quad (26)$$

(см. формулу (2) в работе [1]).

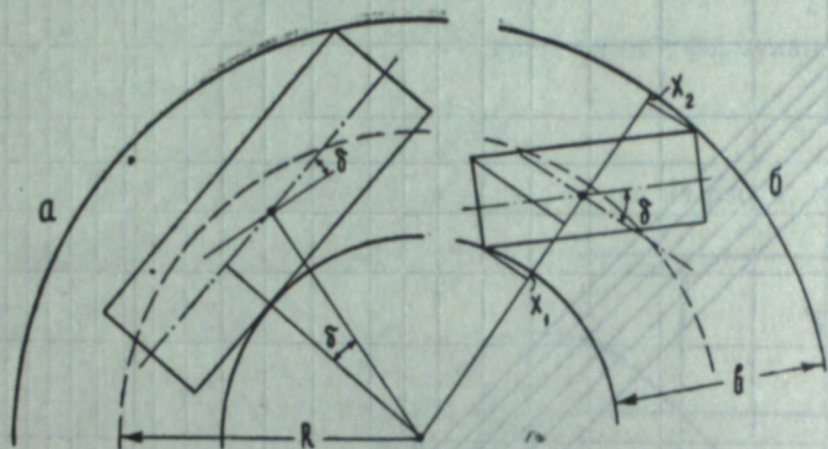


Рис. 6. Положение состава при прохождении поворота речного русла.

Здесь и в дальнейшем:

$R$  — средний радиус закругления судового хода;

$b$  — ширина судового хода (без запасов);

$B$  — ширина судна или состава.

Уравнение (26) может быть представлено в безразмерной форме:

$$\operatorname{tg} \delta_0 = \frac{\sqrt{\left(2\frac{R}{L} + \frac{B}{L}\right)\left(\frac{b}{L} - \frac{B}{L}\right)}}{2\frac{R}{L} - \frac{b}{L} + \frac{B}{L}} \quad (27)$$

При движении состава с углом  $\delta < \delta_0$  габариты состава и пути связаны соотношением

$$L = 2\sqrt{(2R+B)(b-B)} - (2R-b+B)\operatorname{tg} \delta \quad (28)$$

(см. уравнение (1) работы [1]) или в безразмерной форме

$$1 - 2\sqrt{\left(2\frac{R}{L} + \frac{B}{L}\right)\left(\frac{b}{L} - \frac{B}{L}\right)} + \left(2\frac{R}{L} - \frac{b}{L} + \frac{B}{L}\right)\operatorname{tg} \delta = F\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \frac{b}{L}, \delta\right) = 0. \quad (29)$$

Разрешая формально уравнение (29) относительно  $\frac{b}{L}$  и выделяя главную часть величины  $\frac{b}{L}$ , равную  $\left(\frac{b}{L}\right)_\infty$ , имеем:

$$\frac{b}{L} = \left(\frac{b}{L}\right)_\infty + F_1\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right). \quad (30)$$

Здесь применено обозначение:

$$\left(\frac{b}{L}\right)_\infty = \sin \delta + \frac{B}{L} \cos \delta. \quad (31)$$

Величина  $\left(\frac{b}{L}\right)_\infty$  имеет смысл условной относительной ширины судового хода для случая поступательного движения состава по прямому руслу  $\left(\frac{R}{L} = \infty\right)$  с углом дрейфа  $\delta$ .

Для случая  $\delta > \delta_0$  формула Г. И. Ваганова (формула (3) работы [1]) является приближенной; взамен нами получены точные соотношения (см. рис. 6):

$$\begin{aligned} b &= L \sin \delta + B \cos \delta + x_2 - x_1; \\ x_2 &= R + \frac{b}{2} - \sqrt{\left(R + \frac{b}{2}\right)^2 - h^2}; \\ x_1 &= R - \frac{b}{2} - \sqrt{\left(R - \frac{b}{2}\right)^2 - h^2}; \\ h &= \frac{L \cos \delta - B \sin \delta}{2}. \end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} L \sin \delta + B \cos \delta - \frac{1}{2} \sqrt{(2R+b)^2 - (L \cos \delta - B \sin \delta)^2} + \\ + \frac{1}{2} \sqrt{(2R-b)^2 - (L \cos \delta - B \sin \delta)^2} = 0. \end{aligned} \quad (32)$$

В безразмерной форме

$$\begin{aligned} \sin \delta + \frac{B}{L} \cos \delta - \frac{1}{2} \sqrt{\left(2\frac{R}{L} + \frac{b}{L}\right)^2 - \left(\cos \delta - \frac{B}{L} \sin \delta\right)^2} + \\ + \frac{1}{2} \sqrt{\left(2\frac{R}{L} - \frac{b}{L}\right)^2 - \left(\cos \delta - \frac{B}{L} \sin \delta\right)^2} = 0. \end{aligned} \quad (33)$$

Используя выражение (31), можно записать:

$$\left(\frac{b}{L}\right)_\infty + \Phi\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \frac{b}{L}, \delta\right) = 0. \quad (34)$$

Преобразуем (формально) уравнение (34):

$$\frac{b}{L} = \left(\frac{b}{L}\right)_\infty + F_2\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right). \quad (35)$$

Из рассмотрения рис. 6 видно, что имеет место неравенство:  $F_2 < 0$  (поскольку  $x_2 < x_1$ ). Объединяя полученные результаты, можем записать:

$$\frac{b}{L} - \left(\frac{b}{L}\right)_\infty = f_2\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right) = \begin{cases} F_1\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right) & \text{при } \delta < \delta_0; \\ F_2\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right) & \text{при } \delta > \delta_0. \end{cases} \quad (36)$$

График функции  $\left(\frac{b}{L}\right)_\infty = f_4\left(\frac{B}{L}, \delta\right)$  приведен на рис. 7. Графики



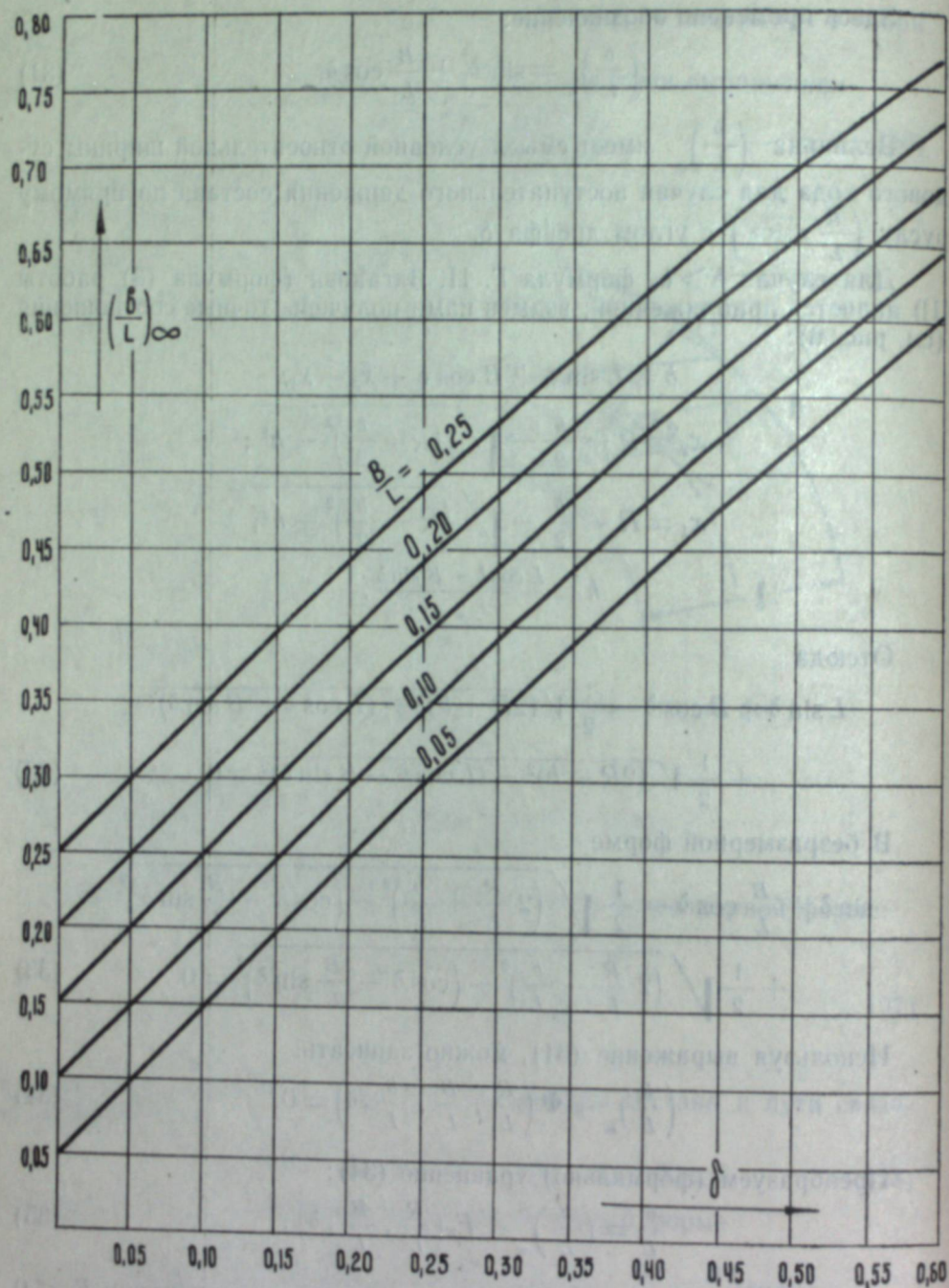


Рис. 7. График функции  $\left(\frac{b}{L}\right)_\infty = f_4\left(\frac{B}{L}, \delta\right)$ .

для определения добавок  $\frac{b}{L} - \left(\frac{b}{L}\right)_\infty = f_5\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right)$  представлены на рис. 8.

Рассмотрев 7 и 8, можно сделать вывод, что при расчетах величина  $\left(\frac{b}{L}\right)_\infty$  может быть принята в качестве первого приближения для величины  $\frac{b}{L}$ .

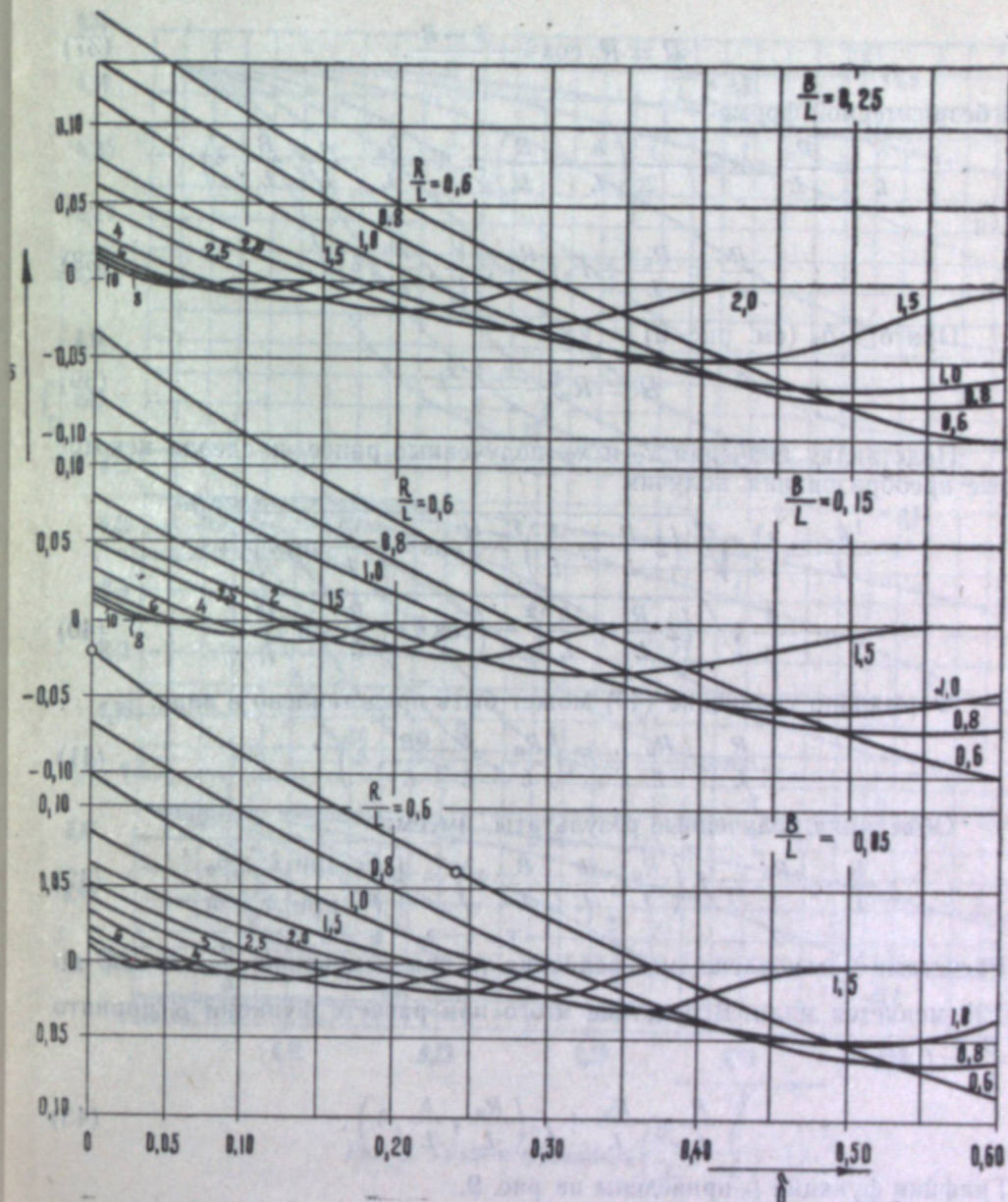


Рис. 8. График для определения  $\frac{b}{L} - \left(\frac{b}{L}\right)_\infty = f_5\left(\frac{R}{L}, \frac{B}{L}, \delta\right)$ .

Г. И. Ваганов при подсчете угла дрейфа отождествляет средний радиус закругления  $R$  и радиус пространственной траектории центра тяжести судна или состава  $R_u$ . Между тем, всегда справедливо неравенство  $R > R_u$ , причем при  $\delta < \delta_0$  разность  $R - R_u$  может быть весьма заметной (см. рис. 6). Поэтому представляется необходимым определить геометрическое соотношение между этими величинами.

При  $\delta < \delta_0$

$$R_u = \frac{R - \frac{b}{2} + \frac{B}{2}}{\cos \delta}$$

откуда



$$R = R_u \cos \delta + \frac{b-B}{2}. \quad (37)$$

В безразмерной форме

$$\frac{R}{L} = \frac{R_u}{L} \cos \delta + \frac{1}{2} \left( \frac{b}{L} - \frac{B}{L} \right) = \Phi \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \frac{B}{L}, \delta \right)$$

или

$$\frac{R}{L} = \frac{R_u}{L} + F_3 \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \frac{B}{L}, \delta \right). \quad (38)$$

При  $\delta > \delta_0$  (см. рис. 6)

$$R = R_u + \frac{x_1 + x_2}{2}. \quad (39)$$

Подставляя значения  $x_1$  и  $x_2$ , полученные ранее, и сделав некоторые преобразования, получим

$$\frac{R_u}{L} = \frac{1}{4} \sqrt{\left( 2 \frac{R}{L} - \frac{b}{L} \right)^2 - \left( \cos \delta - \frac{B}{L} \sin \delta \right)^2} + \frac{1}{4} \sqrt{\left( 2 \frac{R}{L} + \frac{b}{L} \right)^2 - \left( \cos \delta - \frac{B}{L} \sin \delta \right)^2}. \quad (40)$$

Формально уравнение (40) может быть представлено в виде:

$$\frac{R}{L} = \frac{R_u}{L} + F_4 \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \frac{B}{L}, \delta \right). \quad (41)$$

Объединяя полученные результаты, имеем:

$$\frac{R}{L} - \frac{R_u}{L} = f_6 \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \frac{B}{L}, \delta \right) = \begin{cases} F_3 & \text{при } \delta \leq \delta_0 \\ F_4 & \text{при } \delta > \delta_0. \end{cases} \quad (42)$$

Расчетами установлено, что величина  $f_6$  при изменении  $\frac{B}{L}$  от 0,05 до 0,25 меняется мало. Вследствие этого при расчете функции  $f_6$  принято  $\frac{B}{L} = 0,15$ .

$$\frac{R}{L} = \frac{R_u}{L} + f_6 \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \delta \right). \quad (43)$$

Графики функции  $f_6$  приведены на рис. 9.

#### Основные расчетные схемы и численные примеры

Случай 1. Заданы габариты состава  $L$  и  $B$ , скорости  $v_0$  и  $c$ , минимальный радиус циркуляции  $R_0$ . Требуется определить минимальные размеры судового хода на закруглении и при движении вверх и вниз.

Схему расчета покажем на численном примере.

Исходные данные:

$$L = 195 \text{ м}; \quad B = 31 \text{ м}; \quad v = 11,2 \text{ км/час}; \\ c = 3,5 \text{ км/час}; \quad R_0 = 275 \text{ м}.$$

Входные параметры:

$$\frac{B}{L} = 0,159, \quad \frac{c}{v_0} = 0,312; \quad \frac{R_0}{L} = 1,41.$$

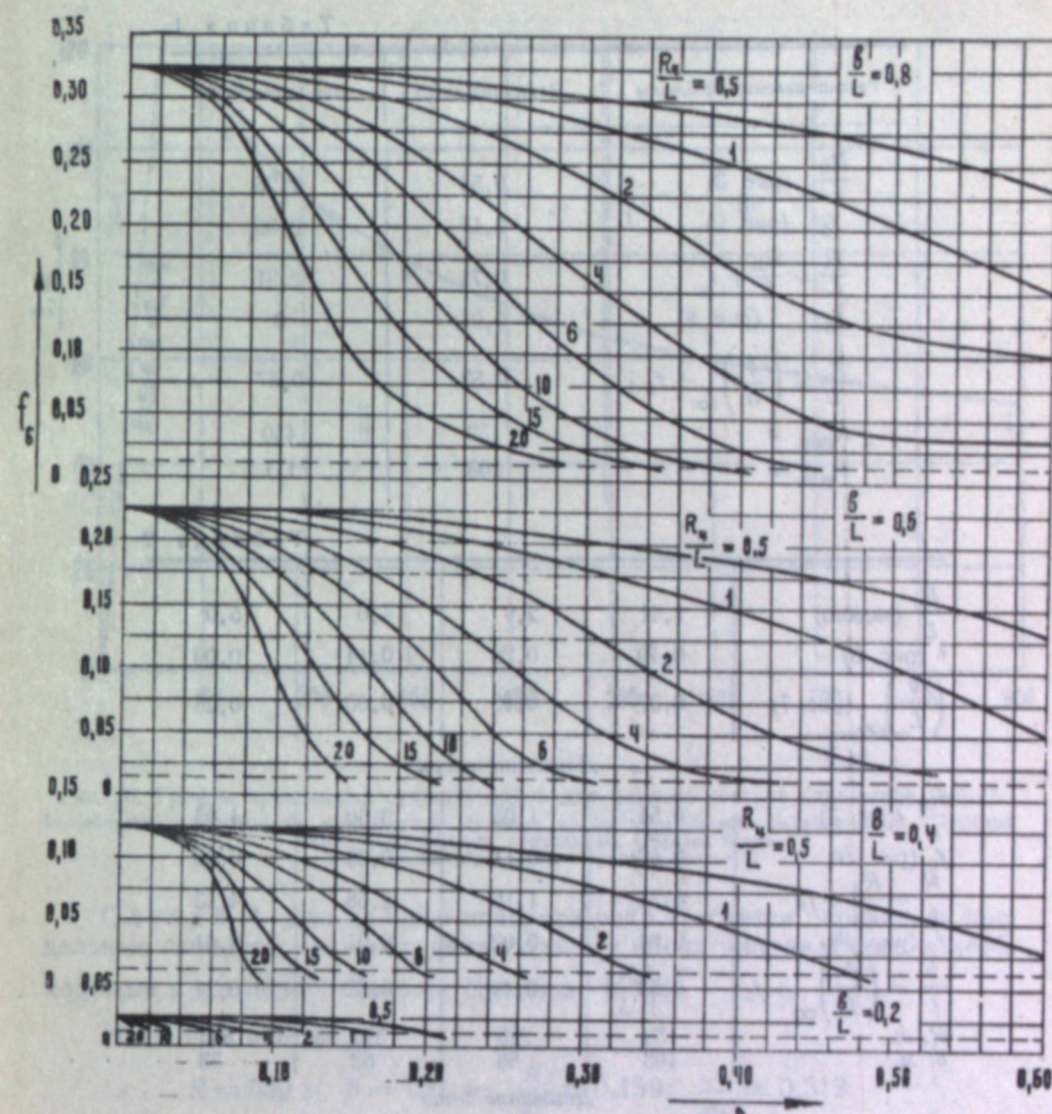


Рис. 9. График функции  $f_6 \left( \frac{R_u}{L}, \frac{b}{L}, \delta \right)$ .

Определяем угол дрейфа  $\delta$  (для обоих направлений):

$$a \text{ (по рис. 4)} = 0,574, \\ \delta \text{ (по рис. 5)} = 23^\circ = 0,40, \\ \left( \frac{b}{L} \right) \text{ (по рис. 7)} = 0,57.$$

Дальнейший расчет сведен в табл. 1.

Таким образом, даже при умеренных скоростях течения минимальные радиусы закругления при движениях вверх и вниз разнятся более чем в 3 раза.

Случай 2. Для того же состава требуется определить совокупность предельных судовых ходов в обоих направлениях при различной перекладке руля.

Расчет приведен в табл. 2.

Результаты расчетов приведены на рис. 10 и 11.



Таблица 1

Расчитываемые величины	Движение вверх	Движение вниз
$\frac{R_{II}}{L}$ (рис. 3)	0,54	2,26
$f_6$ (рис. 9)	0,17	0,05
$\frac{R}{L} = \frac{R_{II}}{L} + f_6$	0,71	2,31
$f_5$ (рис. 8)	-0,04	0
$\frac{b}{L} = \left(\frac{b}{L}\right)_{\infty} + f_5$	0,53	0,57
$R_{min, м}$	139	450
$b_{min, м}$	103	111

Таблица 2

$\frac{R_0}{L}$ (задано)	1,41	2,0	4,0	5,0
$\delta$ (рис. 5)	0,40	0,28	0,14	0,09
$\left(\frac{b}{L}\right)_{\infty}$ (рис. 7)	0,57	0,46	0,33	0,28

Движение вверх

$\frac{R_{II}}{L}$ (рис. 3)	0,54	1,05	2,60	4,08
$f_6$ (рис. 9)	0,17	0,11	0,08	0,05
$\frac{R}{L} = \frac{R_{II}}{L} + f_6$	0,71	1,16	2,68	4,13
$f_5$ (рис. 8)	-0,04	-0,02	-0,01	-0,01
$\frac{b}{L} = \left(\frac{b}{L}\right)_{\infty} + f_5$	0,53	0,44	0,32	0,27
$R, м$	139	226	522	805
$b, м$	103	86	62	53

Движение вниз

$\frac{R_{II}}{L}$ (рис. 3)	2,26	3,26	5,39	7,92
$f_6$ (рис. 9)	0,05	0,04	0,04	0,03
$\frac{R}{L} = \frac{R_{II}}{L} + f_6$	2,31	3,30	5,43	7,95
$f_5$ (рис. 8)	0	0	0	0
$\frac{b}{L} = \left(\frac{b}{L}\right)_{\infty} + f_5$	0,57	0,46	0,33	0,28
$R, м$	450	644	1058	1551
$b, м$	111	90	64	55

Случай 3. Для того же состава при тех же скоростях требуется определить минимальную ширину судового хода для обоих направлений.

Дано  $R = 600$  м. Расчет для решения такого рода задач ведется по той же схеме, что и в предыдущем случае (см. табл. 2). Задача без труда решается по предельным кривым рис. 10 и 11. В результате имеем:

движение вверх —  $b = 59$  м;  
 движение вниз —  $b = 94$  м.

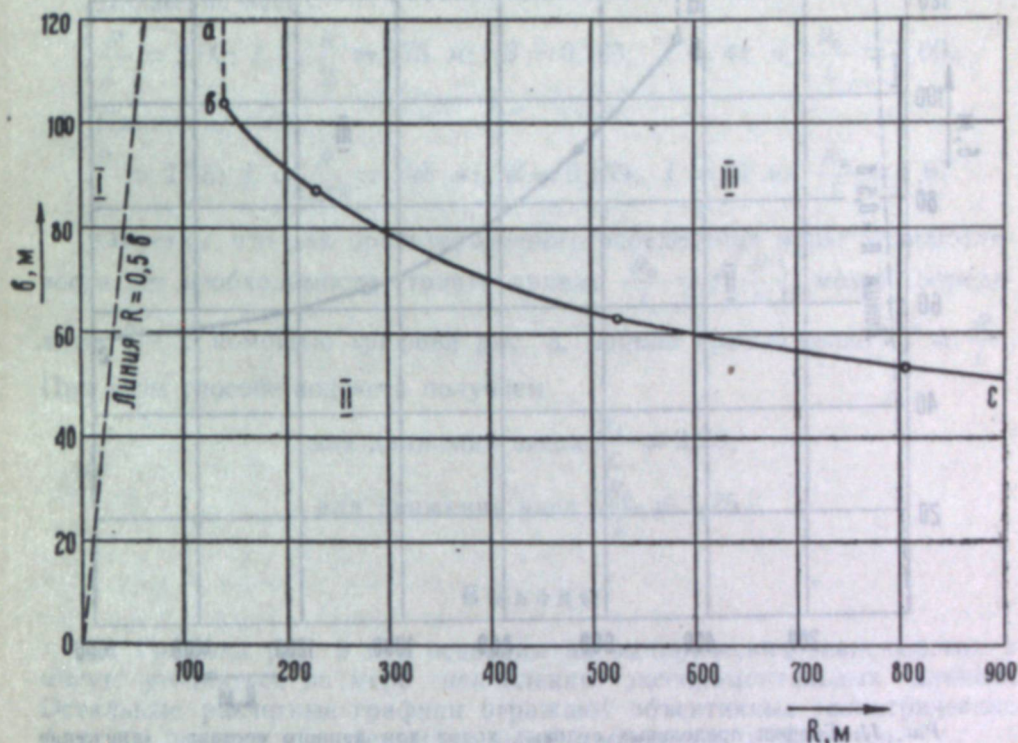


Рис. 10. График предельных судовых ходов для данного состава (движение вверх). I — область геометрически невозможных судовых ходов; II — область непроходимых судовых ходов; III — область проходимых судовых ходов. abc — линия предельных судовых ходов.

Случай 4. Для данного поворота реки требуется определить предельные габариты составов, движущихся в обоих направлениях, и необходимые меры поворотливости составов  $\left(\frac{R_0}{L}\right)$ .

Исходные данные:

$$R = 550 \text{ м}; b = 100 \text{ м}; \frac{B}{L} = 0,159; \frac{c}{v_0} = 0,312.$$

По известным  $\frac{B}{L}$  и  $\frac{c}{v_0}$ , задавшись рядом значений  $\frac{R_0}{L}$ , производим расчет величин  $\frac{b}{L}$  и  $\frac{R}{L}$  так же, как это было сделано в случае 2 (табл. 2 без строк, соответствующих абсолютным значениям  $R$  и  $b$ ). Далее строим предельные кривые для обоих направлений движений в относительных координатах  $\frac{R}{L}$  и  $\frac{b}{L}$  (рис. 12), а также кривые  $\frac{R_0}{L} = f\left(\frac{R}{L}\right)$  — по данным табл. 2.

Заданному повороту реки соответствует прямая  $os$ , идущая из начала координат с угловым коэффициентом  $\frac{b}{R}$ . Точки ее пересечения с предельными кривыми  $\frac{b}{L} = f\left(\frac{R}{L}\right)$  определяют, как это видно на рис. 12, предельные размеры и меры поворотливости составов (судов).



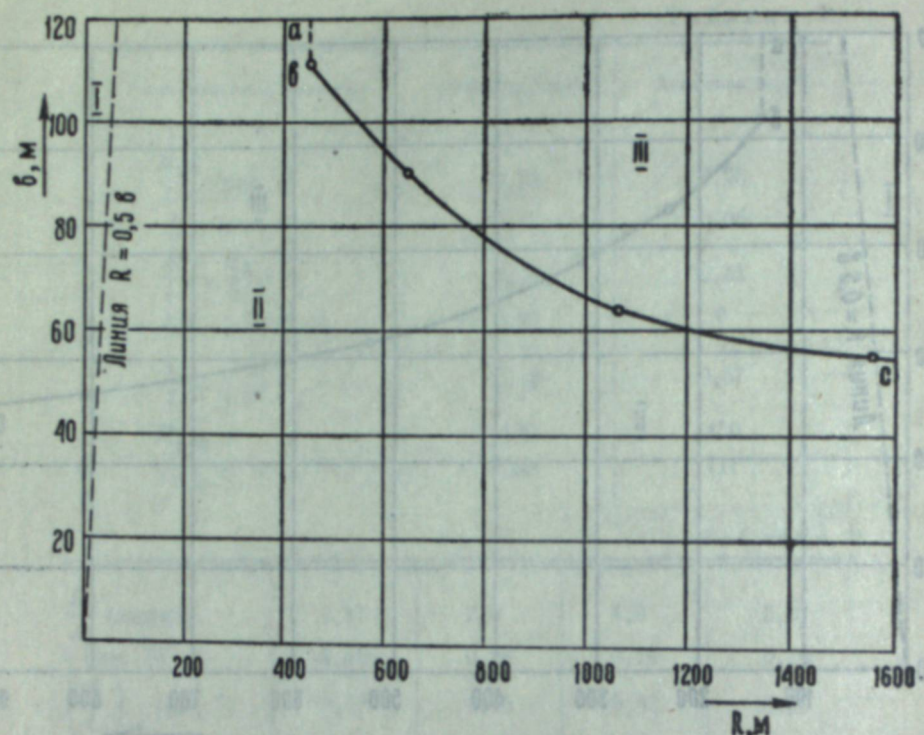


Рис. 11. График предельных судовых ходов для данного состава (движение вниз).

I — область геометрически невозможных судовых ходов; II — область непроходимых судовых ходов; III — область проходимых судовых ходов.  
abc — линия предельных судовых ходов.

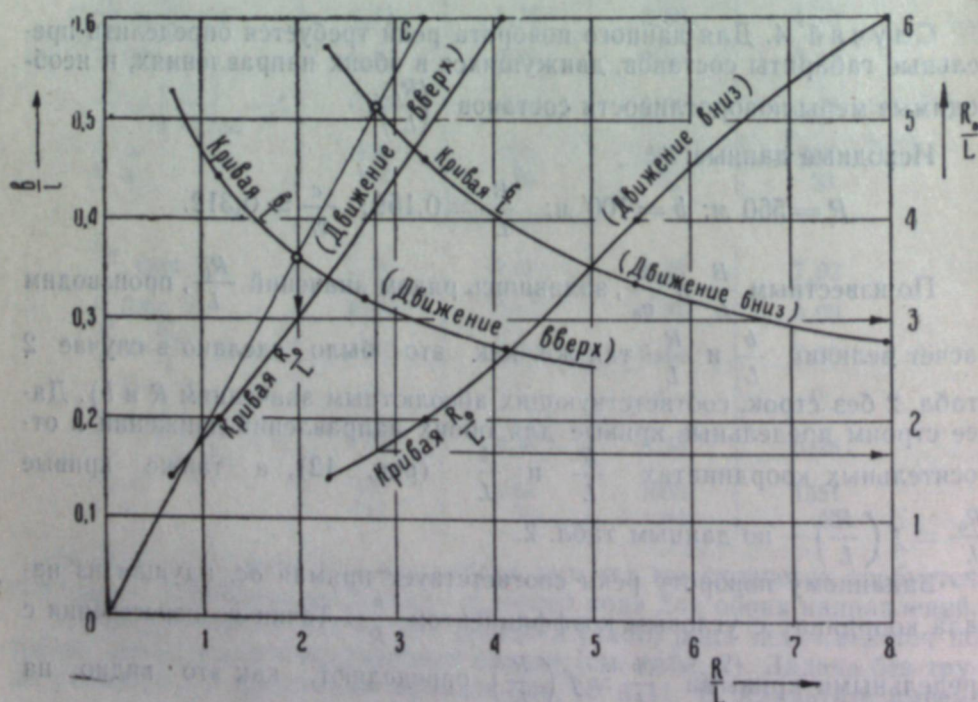


Рис. 12. Определение предельных габаритов и меры поворотливости составов на данном повороте речного русла.

Движение вверх:

$$\frac{R}{L} = 2,00; L = \frac{R}{2} = 275 \text{ м}; B = 0,159; L = 44 \text{ м}, \frac{R_0}{L} = 3,00.$$

Движение вниз:

$$\frac{R}{L} = 2,78; L = \frac{R}{2,78} = 198 \text{ м}; B = 0,159; L = 31 \text{ м}; \frac{R_0}{L} = 1,67.$$

Отметим, что для ориентировочного определения меры поворотливости нет необходимости строить кривые  $\frac{R_0}{L} = f\left(\frac{R}{L}\right)$ , можно определить  $\frac{R_0}{L}$  с помощью графика рис. 3, приняв приближенно  $\frac{R_0}{L} \approx \frac{R}{L}$ . При этом способе подсчета получаем:

$$\text{для движения вверх } \frac{R_0}{L} \approx 3,20;$$

$$\text{для движения вниз } \frac{R_0}{L} \approx 1,75.$$

### Выводы

1. Графики рис. 3 и 4 основаны на эмпирических зависимостях и могут уточняться по мере накопления экспериментальных данных. Остальные расчетные графики отражают объективные геометрические факты и поэтому в экспериментальной проверке не нуждаются.

2. Результаты численных расчетов показывают, что течение является одним из главных факторов, определяющих габариты судов или составов и требуемую меру поворотливости при прохождении закругления речного русла; пренебрегать влиянием течения в речных условиях совершенно недопустимо.

3. Определение требуемой меры поворотливости составов на данном закруглении дает возможность прямого нормирования поворотливости судов и составов для конкретных условий каждого бассейна.

По-видимому, аналогичный путь был избран инженером К. А. Гариновым [8] для приближенного решения задачи о параметрах рулевых устройств толкачей, необходимых для обеспечения управляемости составов в речных условиях.

4. Предлагаемый метод расчета может быть использован как для определения габаритов составов, так и для определения необходимых для судовождения габаритов судового хода на закруглении при планировании путей работ.

5. Следует иметь в виду, что полученная в результате расчета ширина судового хода не содержит каких-либо запасов. Последние должны быть нормированы по специальным указаниям органов, контролирующих безопасность речного судоходства.

Новосибирский институт  
инженеров водного транспорта

Поступила в редакцию  
16/V 1959

### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Ваганов, Определение габаритов толкаемых составов. Изд. «Речной транспорт», М., 1958.
2. МРФ РСФСР, Правила плавания по внутренним водным путям РСФСР. Изд. «Речной транспорт», М., 1959.



3. В. Г. Павленко, Об испытании речных судов на циркуляции, Производственно-техн. сборник ЦПКБ, МРФ, вып. I, М., 1959.
4. И. Л. Розовский, Движение воды на повороте открытого русла. Изд. АН УССР, 1957.
5. Г. А. Фирсов, Формула для расчета крена корабля на установившейся циркуляции, Изв. АН СССР, отд. техн. наук, № 5, 1946.
6. И. Г. Ханович, В. И. Соловьев, Задачник по динамике корабля. Воениздат, 1948.
7. И. Г. Ханович, Поворотливость корабля. Военмориздат, 1944.
8. К. А. Гаринев, Развитие судоходства методом толкания в условиях ограниченных габаритов пути. Речной транспорт, № 3, 1959.

О. В. МОРОЗОВА, Р. П. ИВАНОВА, В. Н. КОЗЛОВ

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСИНЫ УСЫХАЮЩИХ И СУХИХ СТВОЛОВ КЕДРА КОРЕЙСКОГО И ЕЛИ АЯНСКОЙ

Лесные ресурсы Дальнего Востока огромны. Площадь, занимаемая лесом, составляет 200 млн. га, а общий запас древесины превышает 9,5 млрд. м<sup>3</sup>, что составляет около 18% от общесоюзных запасов. В Приморском крае лесами покрыто 9,8 млн. га, или 70% его территории. К имеющимся отходам древесины лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности добавляются большие площади усохших и усыхающих насаждений с подавляющим преобладанием в древесине кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieb et Zucc) и ели аянской (*Picea ajanensis*). По данным Ф. А. Ляшенко [1], в пределах Приморского края запас древесины в усохших насаждениях достигает 10 млн. м<sup>3</sup>, причем, как показывает В. А. Розенберг [2], в некоторых местах концентрируются огромные площади таких насаждений, например, на Майхе-Даубихинском плато количество усохших древостоев составляет 20% от площади лесного массива.

Усыхание насаждений обусловлено различными причинами: крайней перестойностью древостоев, массовым повреждением их вредителями и др. Большие площади сухостоя ухудшают санитарное состояние лесов, увеличивают опасность пожара; снижают промышленную ценность лесных массивов.

Вопрос промышленного использования древесины усохших насаждений в настоящее время весьма актуален. Ему посвящены работы П. К. Кутузова [3], Н. Ф. Комшилова и Л. И. Спирикова [4]. В. А. Розенбергом [2] показано, что выход товарной древесины из сухостойных стволов ели аянской лишь незначительно ниже выхода деловой древесины, получаемой из живых древостоев.

Настоящая работа выполнялась в содружестве с лабораторией лесоводства и лесоведения (руководитель Б. П. Колесников) Дальневосточного филиала СО АН СССР и кафедрой механических испытаний древесины Дальневосточного политехнического института им. В. В. Куйбышева (руководитель А. Г. Вольтер).

Нами исследовался химический состав усохшей древесины кедра корейского и ели аянской с целью выяснения возможности использования ее в качестве полноценного сырья для переработки химическими методами.

Таксационная характеристика стволов, из которых были взяты для исследования образцы кедра корейского и ели аянской, приведена в табл. 1, 2. Для удобства сравнения результатов образцы расположены по срокам давности усыхания.

Древесина для исследования бралась в виде метровых отрубков, выпиленных из стволов на высоте груди (1,3 м). Образцы измельчались на дисковой пиле в опилки и просеивались на ситах. Для анализа



Таблица 1

Таксационная характеристика модельных деревьев кедр корейского из насаждений различных типов кедрово-широколиственных лесов III бонитета (Спасский лесхоз, Угодзинское лесничество)

№ образца	Местоположение	Усыхание стволов в годах	Возраст	H, м	D <sub>1,3</sub> , см	Наличие хвои, в %	Наличие вторичных вредителей	Пороки на образцах
3	Северный склон	1	97	21,0	35	25	не заселен	синева
6	Южный склон	1	130	19,0	36	25	»	»
1	Северный склон	1,5-2	127	25,5	30	0	заселен вредителями	синева, водостой
2	Южный склон	1,5-2	116	16,5	29	10	»	синева
4	Северный склон	3	117	17,7	29	0	»	ситовая внутренняя гниль, синева
5	Южный склон	3	104	23,0	31	0	»	ситовая внутренняя гниль, синева

Таблица 2

Таксационная характеристика модельных деревьев ели аянской из насаждений кустарникового ельника III бонитета (Майхинский лесхоз, верховья р. Майхе).

№ образца	Возраст	H, м	D <sub>1,3</sub> , см	Усыхание в годах
1	153	26,60	44,9	1-1,5
2	179	27,40	44,9	1-1,5
3	169	26,90	51,2	1,5-2
4	160	26,00	38,5	2-2,5

взяты опилки, проходившие через сита с отверстиями в 1 мм и оставшиеся на сите с отверстиями в 0,25 мм. Во всех образцах определены зольность (сжиганием опилок в тигельной печи), вещества, растворимые в органических растворителях (экстрагированием навески в аппарате Сокслета в течение 5 часов сначала серным эфиром, затем этиловым спиртом), вещества, растворимые в горячей воде (по убыли в весе опилок после нагревания их с водой в течение 3 часов на кипящей водяной бане с обратным холодильником), вещества, растворимые в 1% растворе щелочи (по убыли в весе навески опилок, выдержанных при комнатной температуре в течение 2-3 часов), лигнин — обработкой древесины методом в модификации Ф. П. Комарова [5], целлюлоза определялась азотнокислым методом в модификации А. И. Ермакова [6], пентозаны в древесине и в целлюлозе — бромид-броматным способом, метаксильные группы в древесине и в лигнине — весовым методом, маннан, легко и трудно гидролизуемый — с фенолгидрозином; полиуроновые кислоты — объемным методом. Содержание галактана устанавливалось гидролизом его 3% азотной кислотой до галактозы и окислением последней до слезевой кислоты 25% азотной кислотой: легко гидролизуемые полисахариды определялись гидролизом древесины 2,5% серной кислотой в течение 5 часов на кипящей водяной бане с обратным холодильником; трудно гидролизуемые — 80% серной кислотой в тех же условиях; содержание редуцирующих сахаров в водном гидролизате определялось по Бертра-ну, количество сухого остатка — выпариванием водного гидролизата.

Таблица 3  
Химический состав древесины кедр корейского и ели аянской (в % к абсолютно-сухому веществу)

Порода деревьев	№ образца	Зольность	Вещ-ств, эк-страги-рован-ные эфир-ом	Вещ-ств, рас-тра-жи-ваемые в то-плой воде	Вещ-ств, рас-тра-жи-ваемые в 1% рас-твора щело-чи	Общ. колич. вори-ных ве-ществ	Лиг-нин	Цел-люло-за	Пен-тоза-ны	Метаксиль-ные группы		Пен-тоза-ны в цел-люло-зе	Галак-тан	Ман-нан легко гидро-лизуе-мый	Ман-нан трудно гидро-лизуе-мый	Поли-уроно-вые кисло-ты	Труд-но гидро-лизуе-мые Р. В.	Саха-ра в во-дном гидро-лизате	Сухой остаток	
										в лиг-нине	в древе-сини									
Кедр корей-ский	3	0,23	3,81	4,60	4,53	1,50	14,44	25,24	43,93	6,98	16,09	5,06	3,78	1,01	6,58	15,00	2,21	11,24	35,37	7,63
	6	0,18	6,48	3,17	6,88	1,43	17,96	25,39	40,57	6,18	15,03	5,12	3,35	1,19	6,13	15,71	2,95	11,22	31,54	—
	1	0,18	2,34	7,00	4,80	1,28	15,42	25,18	43,80	7,34	15,94	5,60	3,52	0,81	5,51	15,04	3,31	11,00	38,93	—
	2	0,24	3,60	5,44	4,84	1,09	14,97	26,98	39,64	7,21	16,21	5,20	4,68	1,48	5,26	13,41	3,32	11,74	30,08	0,39
	4	0,17	3,63	3,35	4,20	1,26	12,50	25,33	46,19	7,50	16,39	5,86	3,68	1,73	6,73	15,84	3,34	10,97	33,27	—
5	0,20	7,34	3,22	4,20	1,66	16,42	23,41	42,39	6,42	15,40	4,97	3,76	1,12	6,62	15,45	3,43	11,15	33,25	—	
по данным Зороастро-вой [7]		0,19	6,92	8,94	5,80	5,11	—	29,39	60,26	6,54	—	—	—	0,79	4,84	—	—	—	—	—
по данным Козлова и Морозовой [8]		0,21	6,67	2,73	7,78	—	—	25,67	40,03	6,98	—	4,49	3,56	—	6,69	18,83	3,45	29,82	38,83	0,14
Ель аянская	1	0,33	1,03	1,24	1,42	1,29	4,98	27,24	50,50	7,66	16,79	5,26	3,63	0,82	6,95	14,80	3,34	8,65	35,09	—
	2	0,25	0,85	1,12	1,88	1,05	4,91	27,44	50,14	7,26	16,36	5,71	4,06	0,69	6,94	13,88	2,64	10,01	37,27	0,07
	3	0,21	1,34	2,04	1,34	1,30	6,02	26,66	48,91	7,67	16,10	5,33	4,20	0,96	6,48	16,46	2,07	9,99	35,49	—
	4	0,18	1,43	2,40	1,16	1,80	6,79	28,01	48,11	7,62	15,61	5,20	3,82	1,05	6,12	14,77	2,90	9,56	33,36	0,15
по данным Зороастро-вой [7]		0,57	1,64	2,43	1,95	1,73	—	28,83	62,79	4,67	—	—	—	0,24	7,81	—	—	—	—	—
по данным Цветаевой [9]		0,2	—	—	—	—	—	28,7	46,9	—	—	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—



Результаты анализов усохшей древесины кедр корейского и ели аянской, выраженные в процентах от веса исходной абсолютно-сухой древесины как средние из двух и более определений, представлены в табл. 3.

Здесь же приведены данные по химическому составу древесины тех же, но здоровых древесных пород, исследованных другими авторами по образцам из живых деревьев. В кедре корейском, охарактеризованном О. В. Морозовой и В. Н. Козловым [8], нами дополнительно в том же самом образце определены следующие компоненты: пентозаны, пентозаны в целлюлозе, галактан, маннан, легко и трудно гидролизуемый, полиуроновые кислоты, сахара в гидролизате и сухой остаток.

Из табл. 3 видно, что химический состав исследованных образцов древесины непостоянен. При сопоставлении результатов анализа древесины усохших стволов с данными других авторов для здоровой древесины живых стволов тех же пород можно отметить, что содержание соответственных компонентов находится почти в одних и тех же пределах. Некоторую разницу в данных можно отнести за счет различия местопрорастания, типов леса, сроков взятия образцов для анализа по сезонам года и методов анализа. Содержание зольности, целлюлозы, маннана, галактана, полиуроновых кислот и пентозанов при усыхании дерева не изменяется. Количество веществ, извлекаемых диэтиловым эфиром, в кедре колеблется от 2,34 до 7,34%, в ели — от 0,86 до 1,43%, этиловым спиртом — в кедре от 3,17 до 7,00%, в ели — от 1,12 до 2,40%.

В усохших деревьях содержание веществ, растворимых в горячей воде, уменьшается по сравнению с их содержанием в образцах. Так, веществ, растворимых в горячей воде, в кедре содержится от 4,20 до 6,88%, в ели — от 1,16 до 1,88%.

Количество лигнина для различных образцов кедр и ели при усыхании не меняется, за исключением образца кедр 5, у которого оно понижено, и образца кедр 2, где оно повышено до 26,98%. Повышенное содержание лигнина в образце кедр 2 предположительно можно объяснить заселением кедр такого рода вторичными энтомофитами, которые разрушают целлюлозу, вследствие чего увеличивается относительное количество лигнина.

Содержание метаксильных групп в образцах усохших деревьев несколько выше, чем в здоровых. В усохших образцах кедр корейского их 5% с десятками, а в здоровом — 4,49%.

Обращает на себя внимание понижение содержания легко гидролизуемых полисахаридов во всех образцах при усыхании. В кедре корейском их содержится от 10,97 до 11,74%, в ели — от 8,65 до 10,01%, а в здоровом образце кедр — 29,82%.

Редуцирующих сахаров и сухого остатка в водном гидролизате для усохших образцов кедр корейского больше, чем у ели аянской.

### Выводы

1. Древесина стволов кедр корейского и ели аянской со сроком усыхания до 3 лет по своему химическому составу незначительно отличается от древесины здоровых образцов соответствующих пород.

2. Усохшая древесина кедр корейского и ели аянской может быть использована в качестве технологического сырья в целлюлозно-бумажном, гидролизном и других лесохимических производствах.

Дальневосточный филиал  
Сибирского отделения АН СССР  
Уральский филиал АН СССР

Поступила в редакцию  
1/X 1959

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. А. Ляшенко, К вопросу эксплуатации усохших и усыхающих насаждений. Доклад на 10 научно-технич. конф. Дальневост. политехи. ин-та, Владивосток, 1956.
2. В. А. Розенберг, О выходе деловой древесины из усыхающих и сухих стволов ели аянской. Сообщ. ДВФАН СССР, вып. I, Владивосток 1950.
3. П. К. Кутузов, К проблемам использования сухостоя в лесах Сибири. Лесное хозяйство, № 5, М., 1956.
4. Н. Ф. Комшилов, Л. И. Спирикова, К вопросу об использовании соснового сухостоя. Тр. Карело-Финского филиала АН СССР, вып. III, 1955.
5. Ф. П. Комаров, Руководство к лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы. Гослестехиздат, Л., 1934.
6. А. И. Ермаков и др., Методы биохимического исследования растений, Сельхозиздат, М., 1952.
7. Зорова, О химическом составе древесины некоторых пород, произрастающих на Дальнем Востоке. Вестник ДВФАН СССР, 33 (1), 1939, стр. 198.
8. В. Н. Козлов, О. В. Морозова, О химическом составе древесины некоторых пород, произрастающих на Дальнем Востоке. Журнал прикл. химии, т. XXIX, № 12, 1956, стр. 1884—1886.
9. И. П. Цветаева, Изучение гидролиза и некоторых дальневосточных хвойных пород. Журнал прикл. химии, т. XXVIII, № 9, 1955, стр. 1000—1005.



Е. П. БАБИН, В. Г. ПЛЮСНИН, М. И. НАСАКИНА

**ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ХЛОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ  
НА СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КОНСТАНТАМИ СКОРОСТИ  
ОБРАЗОВАНИЯ ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛОВ**

При алкилировании бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия обычно используется 10% катализатора к весу бензола [1, 2]. При указанном количестве были получены наилучшие выходы моноизопропилбензола. Нами [3] при выяснении влияния температуры на соотношение между константами скорости образования алкилбензолов было также взято 0,03 моля хлористого алюминия на моль бензола, что примерно составляет около 10 вес. % к бензолу.

В литературе отсутствуют сведения о влиянии количества катализатора на скорость образования алкилбензолов. Правда, в работе Н. Н. Лебедева [4, 5] указывается, что при увеличении концентрации хлористого алюминия примерно в 2 раза скорость реакции увеличивается в 1,2—1,5 раза. Эти данные были получены при алкилировании бензола циклогексеном, т. е. при реакции, идущей в одну ступень, и применимы они, таким образом, только в реакции замещения одного атома водорода в бензольном ядре. В нашем же случае, при алкилировании бензола пропиленом имеет место последовательное замещение четырех атомов водорода в бензоле [3, 6]. Следовательно, данные Н. Н. Лебедева [4, 5] недостаточны, так как не отражают полной картины изменения скоростей образования алкилбензолов при последовательном замещении водородов бензольного ядра алкильными группами.

В связи с этим было проведено исчерпывающее алкилирование бензола пропиленом при различных количествах хлористого алюминия — от 0,0075 до 0,06 молей на моль бензола при одной и той же температуре 60°.

Алкилирование велось в стеклянном реакторе, снабженном обратным холодильником, барботером для подачи пропилена и шнековой мешалкой. Скорость вращения мешалки составляла 2—2,5 тыс. оборотов в мин. Температура реакционной массы поддерживалась постоянной в пределах 0,5° при помощи водяной бани и контактного термометра.

Скорость поступления пропилена поддерживалась во всех опытах на границе проскока, т. е. практически была равна скорости реакции, причем резко зависела от количества катализатора. Если при 0,0075 молях хлористого алюминия скорость подачи пропилена составляла 140—160 л/час на кг бензола, то при 0,015 молях — 180—210 л/час на кг бензола и при 0,03 молях — 300—330 л/час на кг бензола. При дальнейшем увеличении количества катализатора до 0,06 молей скорость конверсии пропилена падала до 160—170 л/час на кг бензола, что объясняется, по-видимому, тем, что не весь хлористый алюминий в процессе реакции даже при молярном отношении пропилен-бензол выше 2 вступает в комплекс с алкилбензолами. Предварительный пропуск сухого HCl в бензол до подачи пропилена не изменяет ни скорости поглощения олефина, ни

состава катализатора, что полностью подтверждает литературные данные [2].

При использовании 0,0075 молей хлористого алюминия не удалось довести реакцию алкилирования бензола до молярного соотношения олефин-бензол 3—3,5, так как уже при значениях *n* выше 2,5 наблюдалось резкое снижение скорости конверсии пропилена. Последнее вызвано, по-видимому, недостаточным количеством хлористого алюминия.

Количество бензола и алкилбензолов различной степени замещения, содержащихся в алкилатах, полученных при различных молярных отношениях и различных количествах катализатора, устанавливалось на основании фракционной разгонки на колонке в 30 т.т. Выходы алкилбензолов с одинаковым числом алкильных групп определялись по кривым однократной ректификации с делением промежуточных фракций, со-

Таблица 1

Состав катализаторов, полученных при 0,0075 молях хлористого алюминия (в вес. %)

n	p <sub>0</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	p <sub>4</sub>
0,301	62,3	31,8	—	—	—
0,479	45,3	44,5	8,0	—	—
0,649	35,4	44,2	14,0	—	—
0,709	30,5	45,1	9,9	—	—
0,891	30,0	47,3	16,9	—	—
0,911	22,4	44,3	25,7	—	—
1,006	18,5	44,8	27,4	—	—
1,205	12,1	38,0	42,7	—	—
1,325	11,3	33,4	41,2	0,8	—
1,544	7,5	30,8	42,6	13,8	—
1,799	5,5	20,8	44,8	23,0	—
2,084	3,9	17,0	43,8	33,1	5,0
2,189	2,2	9,9	43,3	31,3	11,3
2,305	2,7	12,0	37,9	33,8	10,5

Примечание.  
n — молярное отношение пропилен-бензол,  
p<sub>0</sub> — количество бензола в вес. %,   
p<sub>1</sub> — количество различных алкилбензолов (моно-, ди-, три- и тетра-) в вес. %.

Таблица 2

Состав катализаторов, полученных при 0,015 молях хлористого алюминия (в вес. %)

n	p <sub>0</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	p <sub>4</sub>
0,261	66,1	26,8	—	—	—
0,532	43,8	44,6	5,3	—	—
0,679	34,0	50,2	9,9	—	—
0,891	21,6	54,4	18,4	—	—
1,021	16,1	53,2	25,3	—	—
1,161	14,2	46,2	30,9	—	—
1,191	13,4	48,6	33,5	—	—
1,747	2,1	29,0	50,7	9,3	—
1,991	1,9	15,7	52,7	24,9	—
2,142	1,4	12,8	54,7	27,3	—
2,221	1,7	11,4	50,6	28,6	—
2,280	0,6	7,8	48,5	37,6	—
2,498	0,6	3,8	39,6	49,1	—
2,651	0,5	1,8	26,3	65,1	—
2,879	0,5	0,3	9,9	79,0	7,4
3,039	0,5	0,2	3,4	79,5	14,5
3,202	0,2	0,2	—	70,1	25,4

Таблица 3

Состав катализаторов, полученных при 0,03 молях хлористого алюминия (в вес. %)

n	p <sub>0</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	p <sub>4</sub>	n	p <sub>0</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>	p <sub>4</sub>
0,208	71,9	20,4	—	—	—	1,820	2,8	21,6	49,2	—	—
0,390	48,9	37,6	—	—	—	1,838	2,5	18,5	51,2	13,0	—
0,493	45,6	37,1	5,2	—	—	2,007	1,8	13,1	50,4	18,1	—
0,589	38,9	43,6	—	—	—	2,118	1,3	10,8	50,0	27,0	—
0,660	32,5	47,2	8,8	—	—	2,473	0,7	3,3	41,6	40,2	9,2
0,756	29,6	47,9	13,3	—	—	2,572	0,5	2,2	31,7	54,5	—
0,832	22,6	52,4	14,8	—	—	2,722	0,6	0,8	21,4	62,4	—
0,891	23,3	49,2	15,0	—	—	2,929	0,3	0,1	8,2	78,6	—
1,000	19,0	47,2	25,0	2,1	—	3,047	0,6	—	4,5	82,8	10,5
1,178	12,7	44,3	30,8	—	—	3,091	—	0,2	0,6	87,7	5,4
1,208	9,6	38,1	37,5	—	—	3,247	0,5	0,2	0,9	74,1	20,1
1,405	8,8	33,7	41,2	—	—	3,308	0,6	0,2	1,3	79,4	15,8
1,492	5,6	31,8	45,0	13,5	—	3,438	—	—	1,0	57,2	36,5



ставляющих не более 1—2%, пополам между соседними по числу алкильных групп алкилбензолами. Результаты, полученные по составам алкилатов, приведены в табл. 1—4.

Таблица 4

Состав катализаторов, полученных при 0,06 молях хлористого алюминия (в вес. %)

<i>n</i>	<i>p</i> <sub>0</sub>	<i>p</i> <sub>1</sub>	<i>p</i> <sub>2</sub>	<i>p</i> <sub>3</sub>	<i>p</i> <sub>4</sub>
0,216	71,1	22,0	—	—	—
0,420	54,5	39,1	2,8	—	—
0,427	51,0	37,5	—	—	—
0,540	40,0	45,6	8,4	—	—
0,708	32,4	48,6	4,5	—	—
0,761	31,1	47,7	14,9	—	—
0,869	27,4	49,4	14,3	—	—
1,219	12,3	40,5	35,1	—	—
1,455	6,5	34,2	45,0	—	—
1,664	4,6	28,9	50,1	8,7	—
1,719	3,9	26,8	50,7	12,0	—
2,119	1,8	12,7	51,8	27,1	—
2,226	0,8	10,0	48,6	32,9	—
2,333	0,7	7,2	46,5	39,1	—
2,743	—	0,8	22,4	75,1	—
2,954	—	0,2	1,5	95,0	—
3,078	—	—	0,7	87,1	4,5
3,134	—	—	1,3	89,2	6,5

### Обсуждение результатов

Количества пропилена, определенные по известному молярному соотношению олефин — бензол [3] и по балансу [6], практически равны. Следовательно, при использовании от 0,0075 до 0,06 молей хлористого алюминия при 60° реакции полимеризации пропилена не протекают и данные табл. 1—4 могут быть использованы для определения соотношения между скоростными постоянными.

Принимаем в качестве единицы измерения концентрации молярные проценты. Начальная концентрация бензола  $C = 100$  молям. Исходя из первого уравнения системы уравнений (14), приведенных в [7], получим

$$kt = \ln \frac{100}{C_0} \quad (1)$$

Заменяя  $kt$  его значением из уравнения (1) и подставляя известные значения  $C_0$  и  $C_1$  из табл. 1—4 последовательно в систему уравнений (14) [7], находим методом подбора постоянные  $a_i$ .

Было установлено, что наиболее близко опытные и расчетные данные сходятся при следующих соотношениях скоростных постоянных  $k_1: k_2: k_3: k_4$ :

$$\text{при } 0,0075 \text{ молях} \text{ — } 1 : 0,69 : 0,34 : 0,15; \quad (2)$$

$$\text{при } 0,015 \text{ молях} \text{ — } 1 : 0,42 : 0,16 : 0,012; \quad (3)$$

$$\text{при } 0,03 \text{ молях} \text{ — } 1 : 0,58 : 0,24 : 0,015; \quad (4)$$

$$\text{при } 0,06 \text{ молях} \text{ — } 1 : 0,59 : 0,22 : 0,002. \quad (5)$$

При указанных соотношениях констант скоростей образования алкилбензолов уравнения состава следующие.

При 0,0075 молях хлористого алюминия ( $k_1 = k$ ):

$$\begin{aligned} C_0 &= 100e^{-kt}, \\ C_1 &= 100(3,226e^{-0,69kt} - 3,226e^{-kt}), \\ C_2 &= 100(2,987e^{-0,34kt} - 6,359e^{-0,69kt} + 3,372e^{-kt}), \\ C_3 &= 100(2,690e^{-0,15kt} - 5,345e^{-0,34kt} + 4,004e^{-0,69kt} - 1,349e^{-kt}), \\ C_4 &= 100(1 - 2,690e^{-0,15kt} + 2,358e^{-0,34kt} - 0,871e^{-0,69kt} + 0,203e^{-kt}), \\ \sum_{C_0}^{C_4} C_i &= 100. \end{aligned} \quad (6)$$

При 0,015 молях хлористого алюминия ( $k_1 = k$ ):

$$\begin{aligned} C_0 &= 100e^{-kt}, \\ C_1 &= 100(1,724e^{-0,42kt} - 1,724e^{-kt}), \\ C_2 &= 100(1,923e^{-0,16kt} - 2,785e^{-0,42kt} + 0,862e^{-kt}), \\ C_3 &= 100(1,126e^{-0,012kt} - 2,079e^{-0,16kt} + 1,092e^{-0,42kt} - 0,140e^{-kt}), \\ C_4 &= 100(1 - 1,126e^{-0,012kt} + 0,156e^{-0,16kt} - 0,031e^{-0,42kt} + 0,002e^{-kt}), \\ \sum_{C_0}^{C_4} C_i &= 100. \end{aligned} \quad (7)$$

При 0,03 молях хлористого алюминия ( $k_1 = k$ ):

$$\begin{aligned} C_0 &= 100e^{-kt}, \\ C_1 &= 100(2,381e^{-0,58kt} - 2,381e^{-kt}), \\ C_2 &= 100(2,245e^{-0,24kt} - 4,062e^{-0,58kt} + 1,871e^{-kt}), \\ C_3 &= 100(1,112e^{-0,015kt} - 2,394e^{-0,24kt} + 1,725e^{-0,58kt} - 0,443e^{-kt}), \\ C_4 &= 100(1 - 1,112e^{-0,015kt} + 0,152e^{-0,24kt} - 0,044e^{-0,58kt} + 0,047e^{-kt}), \\ \sum_{C_0}^{C_4} C_i &= 100. \end{aligned} \quad (8)$$

При 0,06 молях хлористого алюминия ( $k_1 = k$ ):

$$\begin{aligned} C_0 &= 100e^{-kt}, \\ C_1 &= 100(2,439e^{-0,59kt} - 2,439e^{-kt}), \\ C_2 &= 100(2,044e^{-0,22kt} - 3,889e^{-0,59kt} + 1,845e^{-kt}), \\ C_3 &= 100(1,015e^{-0,002kt} - 2,063e^{-0,22kt} + 1,445e^{-0,59kt} - 0,407e^{-kt}), \\ C_4 &= 100(1 - 1,015e^{-0,002kt} + 0,019e^{-0,22kt} - 0,005e^{-0,59kt} + 0,001e^{-kt}), \\ \sum_{C_0}^{C_4} C_i &= 100. \end{aligned} \quad (9)$$

Из уравнений (6—9) видно, что состав системы для данного количества хлористого алюминия зависит от  $kt$ , а  $kt$  есть функция молярного соотношения  $n$ , в котором участвовали реагирующие компоненты к моменту времени  $t$ .



Зависимость  $n$  от  $kt$  определяется из уравнений (6—9) и равенства

$$n = \frac{1C_1 + 2C_2 + 3C_3 + 4C_4}{100} \quad (10)$$

Из уравнений (6) и (10) зависимость молярного соотношения  $n$  от  $kt$  при 0,0075 молях хлористого алюминия выражается в виде:

$$n = 4 - 2,690e^{-0,15kt} - 0,529e^{-0,34kt} - 0,964e^{-0,69kt} + 0,279e^{-kt} \quad (11)$$

Аналогично этому при 0,015 молях хлористого алюминия из уравнений (7) и (10)

$$n = 4 - 1,126e^{-0,012kt} - 1,767e^{-0,16kt} - 0,694e^{-0,42kt} - 0,412e^{-kt} \quad (12)$$

Из уравнений (8) и (10) для 0,03 молей хлористого алюминия

$$n = 4 - 1,112e^{-0,015kt} - 2,084e^{-0,24kt} - 0,744e^{-0,58kt} + 0,220e^{-kt} \quad (13)$$

Для 0,06 молей хлористого алюминия из уравнений (9) и (10)

$$n = 4 - 1,015e^{-0,002kt} - 1,325e^{-0,22kt} - 0,994e^{-0,59kt} + 0,034e^{-kt} \quad (14)$$

С практической точки зрения важно знать состав систем при различных количествах катализатора в зависимости от молярного соотношения олефин — бензол.

Такая зависимость может быть установлена при помощи уравнений (6—9) и (11—14). В этих уравнениях соотношение скоростных постоянных было установлено на основании опытных данных табл. 1—4.

На рис. 1—4 представлены кривые зависимости составов системы в весовых процентах от молярного соотношения олефин — бензол. Пересчет молярных процентов, вычисленных по уравнениям (6—9), в весовые производился по уравнению (12), приведенному в [8]. На этих же рисунках нанесены экспериментальные точки, взятые соответственно из табл. 1—4. Как видно по расположению опытных точек около кривых состава, сходимость опытных и расчетных данных хорошая. Кривые рис. 1—4 следует рассматривать как кривые теоретически возможных выходов изопропилбензолов в зависимости от молярного соотношения олефин — бензол и количества использованного катализатора.

Приведенные значения соотношений скоростных постоянных (2—5) являются относительными величинами. Поэтому они не дают возможности сравнивать изменения в скоростях образования алкилбензолов в зависимости от количества использованного хлористого алюминия ( $k_1 = 1$  во всех случаях), хотя ориентировочно можно судить об указанном изменении, допуская равными первые скоростные постоянные. Сравнивая же средние скорости конверсии пропилена при различных количествах катализатора, приведенных ранее, можно видеть, что при последовательном удвоении количества катализатора средняя скорость реакции увеличивается соответственно в 1,33; 1,60 и 0,51 раза.

### Выводы

1. Определены соотношения констант скоростей образования алкилбензолов при четырех различных количествах хлористого алюминия. Выведены уравнения состава при различных молярных соотношениях олефин — бензол и катализатор — бензол.

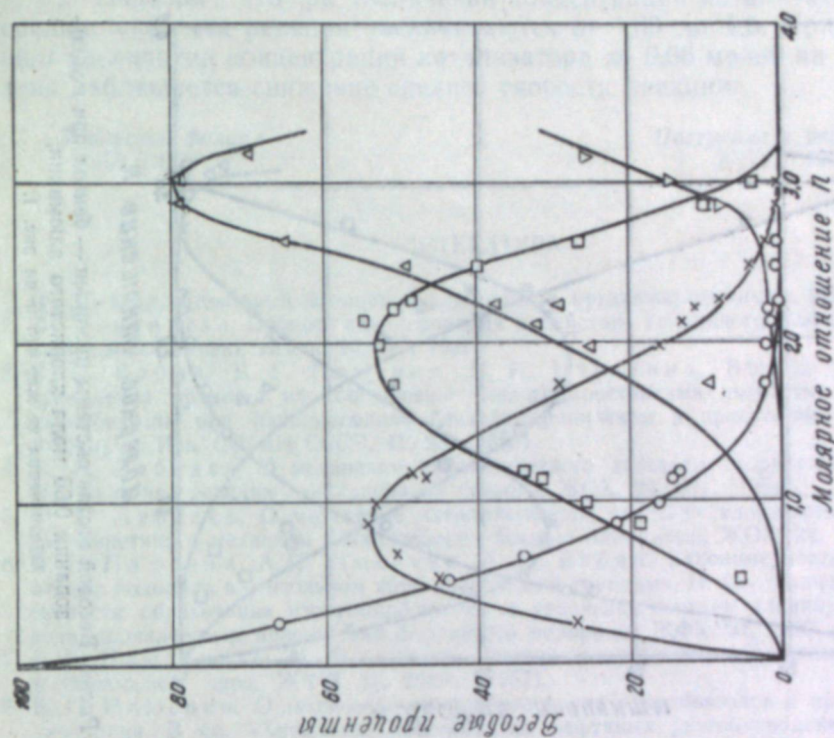


Рис. 2. Весовой состав системы пропилен — бензол при использовании 0,015 моля хлористого алюминия. Обозначения те же, что и на рис. 1.

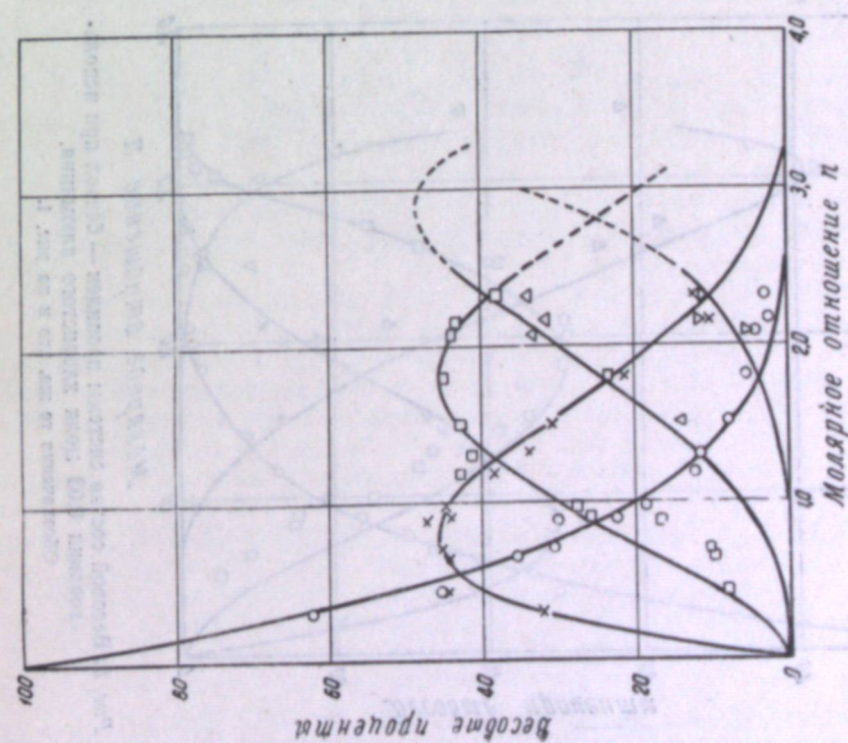


Рис. 1. Весовой состав системы пропилен — бензол при использовании 0,0075 моля хлористого алюминия. Опытные данные: O — бензол; X — моноизопропилбензол; □ — дивизопропилбензол; Δ — триизопропилбензол; ∇ — тетраизопропилбензол.



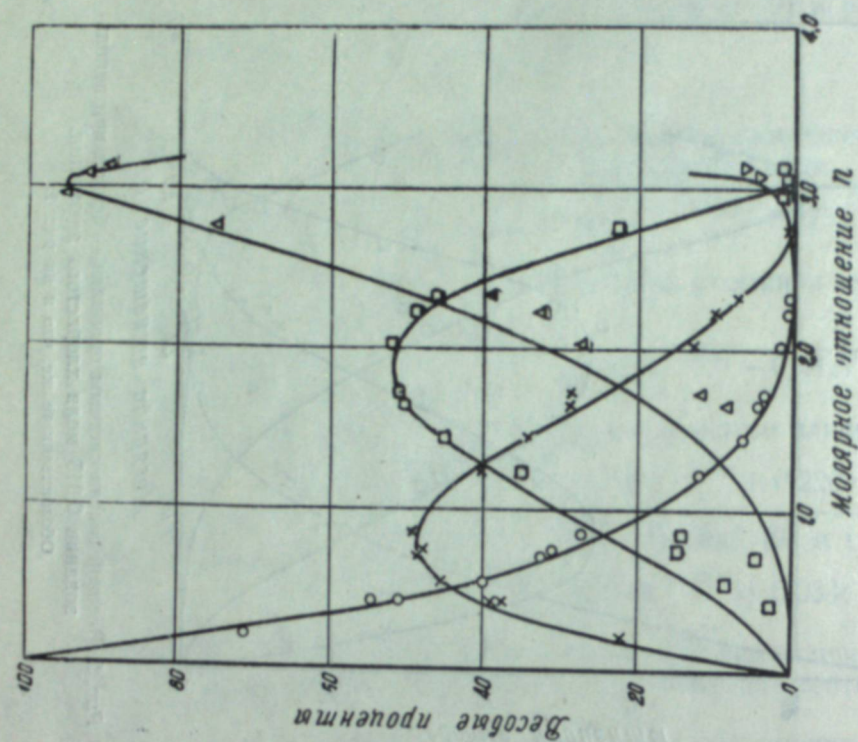


Рис. 4. Весовой состав системы пропилен — бензол при использовании 0,06 моля хлористого алюминия. Обозначения те же, что и на рис. 1.

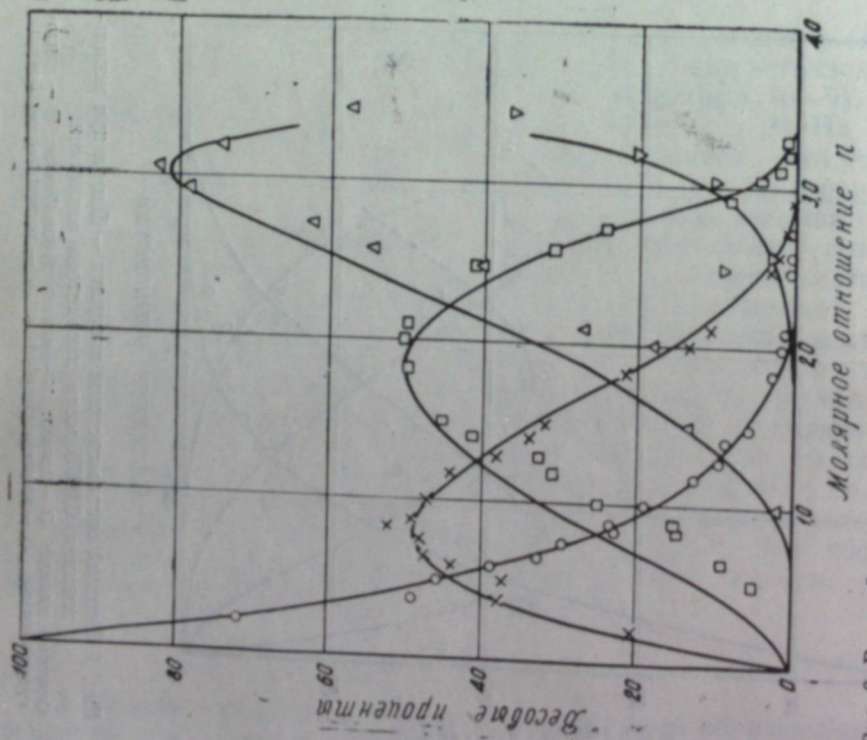


Рис. 3. Весовой состав системы пропилен — бензол при использовании 0,03 моля хлористого алюминия. Обозначения те же, что и на рис. 1.

2. Показано, что при увеличении концентрации катализатора вдвое средние скорости реакции увеличиваются от 1,33 до 1,6. При дальнейшем увеличении концентрации катализатора до 0,06 молей на моль бензола наблюдается снижение средней скорости реакции.

Уральский филиал  
АН СССР

Поступила в редакцию  
26/VIII 1959

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ч. Томас, Безводный хлористый алюминий в органической химии. ИЛ., 1949.
2. Д. Нейтингэл, Процесс алкилирования и действие галондного алюминия на алкилбензолы. Успехи химии, 10, 188, 1941.
3. Е. П. Бабин, В. Г. Плюснин, М. И. Насакина, Влияние температуры проведения процесса на соотношение между константами скорости образования алкилбензола при алкилировании бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия. Изв. СО АН СССР, 11, 28 (1958).
4. Н. Н. Лебедев, О механизме каталитического действия хлористого алюминия. III. Кинетика реакции алкилирования бензола. ЖОХ, 24, 664, (1954).
5. Н. Н. Лебедев, О механизме каталитического действия хлористого алюминия. IV. Кинетика и механизм алкилирования бензола олефинами. ЖОХ, 24, 1782 (1954).
6. В. Г. Плюснин, А. П. Лысенко, Е. П. Бабин, Закономерности замещения атомов водорода в бензольном ядре алкильными группами. II. Соотношение констант скорости образования изопропилбензолов и уравнения состава алкилирования бензола пропиленом в присутствии фтористого водорода. ЖФХ, 31, 2229 (1957).
7. В. Г. Плюснин, Н. М. Родигин, Закономерности замещения атомов водорода в бензольном ядре. ЖФХ, 31, 2066 (1957).
8. В. Г. Плюснин, О закономерностях образования алкилбензолов в процессе алкилирования. В сб. «Химическая переработка нефтяных углеводородов» (Тр. Всес. совещ. по компл. химич. переработке нефтяных газов), Изд. АН СССР, 1956, стр. 396.



В. И. КУЗНЕЦОВ, П. Д. ТИТОВ

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ВИДЕ СОЛЕЙ  
ИЗ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ АНИОНОВ АНИЛИНОМ

В аналитической химии при использовании кислородсодержащих растворителей широко применяется экстракционное извлечение элементов из концентрированных кислот. В этом случае элементы чаще всего экстрагируются в виде оксониевых солей, катионы которых образуют применяемые кислородсодержащие растворители, а анионы — экстрагируемые элементы. Обычно экстрагирование выполняется из галогеноводородных кислот, где экстрагируемые элементы образуют комплексные галогенидные анионы [1,2]\*

Совершенно аналогично элементы экстрагируются аминами в виде аммониевых солей, образуемых элементами анионов. Так как аммониевые катионы, по сравнению с оксониевыми, образуются при меньшей кислотности, экстрагирование аминами может протекать из совсем слабых, почти нейтральных растворов. И в этом случае наиболее известно экстрагирование элементов в виде аммониевых солей комплексных галогенидных или роданидных анионов —  $\text{HgI}_4^{2-}$ ,  $\text{BiI}_4^-$ ,  $\text{Zn}(\text{SCN})_4^{2-}$  и им подобных.

Экстрагирование элементов в виде солей образуемых ими кислородсодержащих анионов исследовано относительно слабо. Описано сравнительно небольшое число таких экстрагирований.

Так, в форме солей анионов вида  $\text{MeO}_4^-$  экстрагируются (Me-элемент):

- Mn — в виде солей  $\text{MnO}_4^-$  при применении пиридина [5], растворов хлоридов тетрафенилфосфония или тетрафениларсония в хлороформе [6, 7];
- Tc — в виде пертехнецата при употреблении раствора хлорида тетрафениларсония в хлороформе [7];
- Re — в виде перренатов при использовании растворов хлорида трифенилбензилфосфония и тетрафениларсония в хлороформе [8], растворов метилового фиолетового в этилацетате [9], в бензоле или толуоле [10], известно экстрагирование элементов в форме солей образуемых ими анионов вида  $\text{MeO}_4^-$ ;
- S — в виде сульфатов при применении растворов метилдиоктиламина и метил-*n*-октиламина в хлороформе [11, 12] или раствора триоктиламина в бензоле [13, 14];
- Cr<sup>VI</sup> — в форме хроматов и перхроматов при употреблении различных экстрагентов [15—20];

\* В литературе можно найти указания на то, что некоторые элементы, например сурьма, из солянокислотных растворов экстрагируются не по оксониевому механизму [3, 4]. По мнению авторов, такие взгляды считать окончательно доказанными преждевременно.

Mo — в форме молибдатов или полимолибдатов из 3*N* серной кислоты при использовании изоамилового спирта [21].

Ряд элементов экстрагируют в виде солей анионов других типов:

N — в виде нитратов, употребляя амины с длинной углеводородной цепью [11, 12];

P — в виде фосфатов, используя раствор метил-*n*-октиламина в хлороформе [12];

V — в виде поливанадатов, при высокой кислотности, применяя сложные эфиры [22].

Кроме того, P, As, V, а также Si и Mo экстрагируют различными растворителями в виде солей гетерополикислот [23—26]. На основе этих приемов создан ряд методик определения указанных элементов в различных материалах [27—34].

Трибутилфосфат экстрагирует соли многих анионов: нитраты, перхлораты, тетрафторбораты и другие. В этом случае экстрагирование идет по иным механизмам, наличие в числе которых оксониевого механизма еще нуждается в доказательствах. Сведения по экстрагированию элементов трибутилфосфатом отражены в работах последнего времени [35—38 и др.].

В предлагаемой работе описаны результаты исследования экстрагирования анилином многих элементов, образующих кислородсодержащие анионы. Для сравнения исследованы некоторые бескислородные анионы. Найдено, что анилином элементы экстрагируются весьма избирательно: большинство совсем слабо и только немногие очень хорошо.

Экстрагирования большей частью выполнялись из 0,01—0,05*M* растворов элементов в 0,5*N* соляной кислоте при употреблении равного (исходного) объема анилина.

В градуированную пробирку с притертой пробкой вводилось 2 мл водного раствора исследуемой соли, прибавлялось 2 мл 1*N* HCl, затем 4 мл анилина.

После энергичного взбалтывания и расслаивания отбирались пробы верхнего и нижнего слоев, в которых обычными способами определялось содержание исследуемых элементов, после чего вычислялся коэффициент распределения. Под последним мы понимаем отношение концентрации элемента в слое анилина к его концентрации в водном слое.

Найденные значения коэффициентов распределения приведены в табл. 1.

Во всех опытах соотношение объемов водного и органического слоев до и после экстракции заметным образом не изменялось.

Данные условия не являются оптимальными для всех элементов. Ранее уже отмечалось, что при экстрагировании по оксониевым механизмам возрастание растворимости экстрагента в водной фазе ухудшает экстрагирование. Экстрагируемое соединение как бы следует за экстрагентом, и, если в водной фазе оказывается много экстрагента, там много остается и экстрагируемого элемента. Так как повышенная кислотность способствует переходу экстрагента в растворимые в воде оксониевые или аммониевые соли, при чрезмерно высокой кислотности экстрагирование идет хуже, чем при более низкой оптимальной [39].

Для определения кислотности, при которой экстрагирование анилином может происходить наиболее эффективно, производились опыты со смесями различного состава из анилина и его хлористоводородной соли.

К 2 мл раствора, содержащего 0,0194 г KSCN или 0,0332 г KI ( $2 \cdot 10^{-4}$  молей), прибавлялось  $2 \cdot 10^{-4}$  молей соляной кислоты, и объем доводился до 4 мл. Этот раствор экстрагировался раствором хлористоводородной соли анилина в анилине, приготовленным так, что сум-



Таблица 1

Коэффициенты распределения ( $K$ ) при экстрагировании элементов из 0,5 N HCl равным объемом анилина (температура 20°)

Элемент	Взятое соединение	Концентрация элементов, м/л	$K$
W	Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub>	0,025	1500
V	Na VO <sub>3</sub>	0,05	140*
Mo	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0,025	80
Fe	Na <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>5</sub> NO]	0,025	40
Re	KReO <sub>4</sub>	0,05	30
Cr	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,025	9,5*
C	KSCN	0,05	4,5
I	KCN	0,05	2,2
I	KI	0,05	2,3
I	KIO <sub>4</sub>	0,05	1,5*
Fe	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0,017	1,5*
Cl	KClO <sub>3</sub>	0,05	1,2
Cl	NaClO <sub>4</sub>	0,05	~1,0
N	HNO <sub>3</sub>	0,05	0,7
Br	KBr	0,05	0,5
Br	KBrO <sub>3</sub>	0,05	0,5
Fe	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0,12	0,4
Cl	HCl	0,05	0,16
I	KIO <sub>3</sub>	0,05	<0,1
O	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,025	~0,1
S	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,025	~0,1
.	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	0,025	<0,1
.	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,025	<0,1
.	Na <sub>2</sub> S	0,025	<0,01
Se	Na <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	0,025	<0,05
Te	K <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	0,025	<0,08
Te	Na <sub>2</sub> H <sub>4</sub> TeO <sub>6</sub>	0,01	
P	K <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	0,025	<0,05
P	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,025	
P	NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>	0,05	
As	Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>	0,025	<0,03
As	NaAsO <sub>2</sub>	0,017	<0,1
Si	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,025	<0,05
Si	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,025	<0,02
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,017	
F	NaF	0,05	<0,05
N	KNO <sub>2</sub>	0,05	Д
Cl	NaClO	0,05	
Br	NaBrO	0,05	
Mn	KMnO <sub>4</sub>	0,05	**
S	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	0,025	
Органические			
S	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONH <sub>4</sub>	0,05	~50
S	CH <sub>3</sub> COOH	0,05	0,5
S	HCOONa	0,05	0,1
S	Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0,025	
S	Тартрат Na	0,025	<0,1
S	Цитрат Na	0,025	

\* При быстрой работе. Наблюдается частичное восстановление элементов анилином. Масса бурлит.  
Д — диазотирование.

\*\* Быстрое восстановление элементов анилином. Определение невозможно.

марное количество анилина всегда составляло 4,084 г (4 мл). Полученные результаты приведены в табл. 2. Эти результаты показывают, что в случае иодидов и роданидов наи-

Таблица 2

Влияние степени перехода анилина в HCl соль на полноту экстрагирования иодидов и роданидов

Содержание анилина в его смеси с HCl солью, мол. %	Коэффициенты распределения		$pH$ водной фазы после экстракции
	иодиды	роданиды	
100	0,3	0,5	5,6
95	3,0	4,4	4,7
90	4,4	6,2	4,6
85	5,5	7,0	4,5
80	5,0	5,6	4,4
75	3,4	4,0	4,2
70	Смешение слоев	Смешение слоев	4,0

лучшее извлечение дает смесь, состоящая из 85 мол. % анилина и 15 мол. % его хлористоводородной соли. Такая смесь образуется тогда, когда после экстрагирования величина  $pH$  водного раствора равна 4,5.

Такое соотношение между анилином и его солью не может определять оптимальные условия экстрагирования в тех случаях, когда при изменении  $pH$  изменяется состав образуемых элементами анионов и когда соли различных анионов элемента экстрагируются различно. Последнее наблюдается особенно при экстрагировании, например, вольфрама, молибдена, ванадия и некоторых других элементов, склонных образовывать изополианионы.

В таких случаях  $pH$  оптимального экстрагирования является некоей величиной, благоприятной и для экстрагента и для элемента. Каждый из таких элементов имеет свое значение  $pH$  оптимального экстрагирования.

Данные табл. 3 и рис. 1 и 2 иллюстрируют влияние  $pH$  на экстрагирование вольфрама и молибдена. При выполнении этих опытов к 3,0 мл раствора вольфрама или молибдата натрия, содержащих 20 мг/мл элементов, приливался равный объем 0,05—8,0 N HCl, затем 6,0 мл анилина и производилось экстрагирование.

Таблица 3

Влияние  $pH$  на коэффициенты распределения ( $K$ ) вольфрама и молибдена при экстрагировании анилином (конц. элем. в водной фазе 10 мг/мл, температура 20°)

Кислотность исходной смеси по HCl и	$pH$ исходной смеси		$pH$ равновесной смеси		Объем слоев после экстракции О:В	$K$	
	W	Mo	W	Mo		W	Mo
0,025	7,4	6,0	7,8	6,2	6,0:6,0	<0,01	<0,01
0,05	6,9	5,8	7,4	6,0	6,0:6,0	0,013	0,06
0,1	2,2	5,4	6,7	5,8	6,0:6,0	1,6	0,3
0,25	1,3	1,7	5,0	4,9	6,0:6,0	1000	10
0,5	1,0	1,1	4,7	4,6	6,0:6,0	2700	90
1,0	0,8	0,8	4,5	4,4	6,1:5,9	4300	260
1,5	0,7	0,7	4,4	4,3	6,1:5,9	5600	420
2,0	0,6	0,6	4,3	4,2	6,2:5,8	4600	500
3,0	0,5	0,5	4,2	4,1	7,0:5,0	1500	150
4,0	0,4	0,4	—	—	—	Смешение слоев	

Системы с вольфрамом при  $pH$ , равном 1,0 и меньше, имели осадки, которые во время экстрагирования быстро растворялись; системы



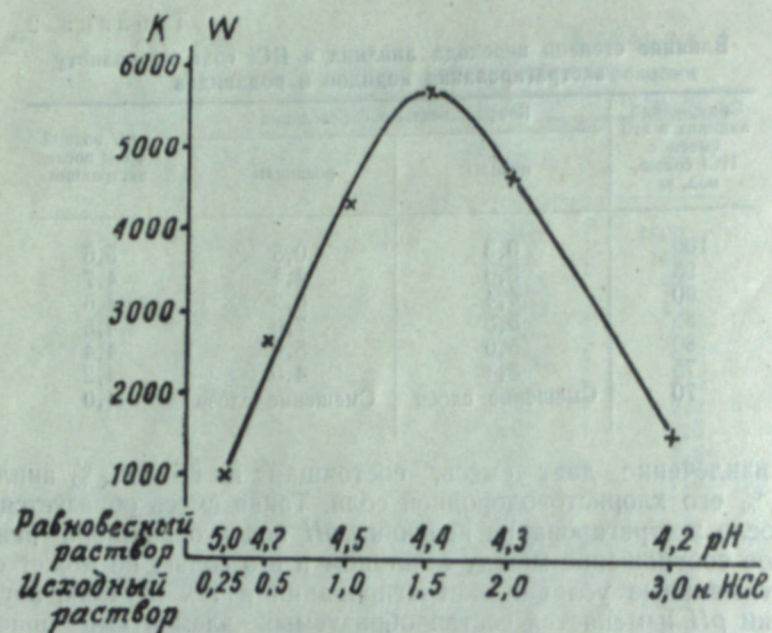


Рис. 1. Влияние кислотности исходной водной смеси на коэффициенты распределения вольфрама при экстрагировании равным объемом анилина из HCl среды.

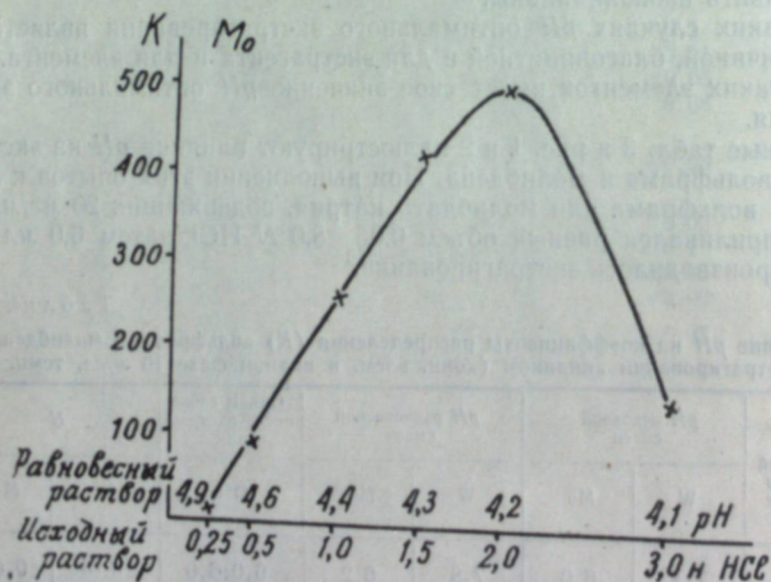


Рис. 2. Влияние кислотности исходной водной смеси на коэффициенты распределения молибдена при экстрагировании равным объемом анилина из солянокислотных растворов.

с молибденом осадков не имели. Определение вольфрама и молибдена выполнялось колориметрически с роданидами по обычным методикам [40]. pH исходной смеси растворов перед экстрагированием и водного слоя после экстрагирования измерялся потенциометром П-5.

Из табл. 3 и рис. 1 и 2 видно, что наиболее эффективное экстрагирование анилином происходит в узком интервале pH равновесных систем: для вольфрама 5,0—4,3; для молибдена 4,6—4,1. Если экстраги-

ровать равным объемом анилина, то такой pH обеспечивается, когда pH водной фазы перед экстрагированием равен 1,0—0,5.

При применении метода экстрагирования анилином из кислых сред возможно отделение вольфрама и молибдена от ряда элементов. Число элементов этого ряда может быть увеличено, если экстрагирование производить в присутствии комплексообразующих веществ. Возможности такого разделения, а также практические примеры отделения вольфрама и молибдена от некоторых элементов будут описаны в другой работе.

Перевод вольфрама и молибдена из анилинового экстракта в водный раствор может быть осуществлен или растворением анилинового экстракта в соляной кислоте или выщелачиванием вольфрама и молибдена из анилиновой фазы растворами щелочей.

Последний метод удобен в том отношении, что в щелочном растворе после реэкстрагирования содержится очень мало анилина. При однократной обработке анилинового экстракта равным объемом 10% NaOH вольфрам и молибден переходят в водную фазу на 99,7—99,9%. Концентрированный  $\text{NH}_4\text{OH}$  также хорошо реэкстрагирует вольфрам и молибден из анилиновых растворов.

#### Выводы

После подкисления растворов вольфраматов или молибдатов соляной кислотой до кислотности 0,5 N из образующихся смесей вольфрам и молибден экстрагируются равным объемом анилина с коэффициентами распределения: W — 1500, Mo — 80, pH равновесной водной фазы — 4,2—4,3.

Коэффициенты распределения прочих элементов:  $\text{V}^{\text{V}}$  — 140 (частичное окисление анилина),  $\text{Re}^{\text{VII}}$  — 30,  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  — 9,5 (окисление анилина). Остальные из 15 исследованных элементов, образующих кислородсодержащие анионы, имеют коэффициенты распределения от 1,0 и менее.

При экстрагировании из растворов, подкисленных до 1,5—2,0 N по HCl и содержащих 10 мг/мл вольфрама или молибдена, коэффициенты распределения соответственно равны 5600 и 500.

Из получаемых экстрактов вольфрам и молибден полностью реэкстрагируются щелочами.

Институт геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского

Поступила в редакцию  
19/XI 1959

#### ЛИТЕРАТУРА

- В. И. Кузнецов. Успехи химии, 23, 654 (1954).
- В. И. Кузнецов, И. В. Серякова. Заводская лабор., 23, 1176 (1957).
- М. М. Привалова. Автореф. канд. дисс. Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского АН СССР, М., 1959.
- H. Specker. Angew. chemie, 70, 658 (1958).
- H. C. Hornig, G. L. Zimmerman, W. F. Libby. J. Amer. Chem. Soc., 72, 3808 (1950).
- H. N. Willard, L. R. Perkins. Analyt. Chem., 25, 1634 (1953).
- S. Tribalat, I. Beydon. Analyt. chim. acta, 6, 96 (1952); 7, 22 (1953).
- S. Tribalat. Analyt. chim. acta, 3, 113 (1949); 4, 228 (1950); 5, 115 (1951); 6, 148 (1952).
- H. С. Полуэктов, Л. И. Кононенко, Р. С. Лауэр. ЖАХ, 13, 396 (1958).
- А. Т. Пилипенко, В. А. Оболончик. Доповіді АН УРСР, 6, 648 (1958). По РЖХим. 1959, 15088.
- E. L. Smith, J. E. Page. J. Chem. Soc., 67, 48 (1948).
- F. L. Moore. Analyt. Chem., 29, 1660 (1957).



13. В. В. Фомин, П. А. Загорец, А. Ф. Моргунов. ЖНХ, 4, 700 (1959).
14. Ch. Boirie. Bull. Soc. chim. France, № 7, 980 (1958).
15. C. K. Mann, J. C. White. Analyt. Chem., 30, 989 (1958).
16. J. A. Dean, M. L. Beverly. Analyt. Chem., 30, 977 (1958).
17. И. П. Алимарин, В. Н. Полянский. Сб. тр. Моск. вечерн. метал. ин-та, вып. 2, 187 (1957).
18. M. D. Foster, U.S. Geol. Survey. Bull., № 950, 7 (1946).
19. К. В. Троицкий. ЖАХ, 9, 51 (1954).
20. H. A. Bryan, J. A. Dean. Analyt. Chem., 29, 1289 (1957).
21. S. Tribalat. Ann. chimie, 8, 642 (1953).
22. В. И. Кузнецов. Журн. общ. химии., 22, 2083 (1952).
23. Р. И. Алексеев. Заводская лабор., 11, 122 (1945).
24. В. Г. Шербаков, Р. М. Вейцман. Заводская лабор., 20, 663 (1954).
25. C. Wadelin, M. Melon. Analyt. Chem., 25, 1668 (1953).
26. M. De-Sesa, L. Roger. Analyt. Chem., 26, 1381 (1954).
27. Р. В. Мервель. Заводская лабор., 11, 135 (1945).
28. Н. А. Филиппова, Л. И. Кузнецова. Заводская лабор., 16, 536 (1950).
29. В. Г. Дацко, А. Д. Семенов. Изв. АН СССР, отд. хим. наук, № 3, 357 (1958).
30. R. E. Callier. Chemist-Analyst, 43, 41 (1954).
31. Кыба, Ура. По РЖХим, № 2, 4665 (1957).
32. Ф. Г. Жаровский, А. П. Костышина. Укр. хим. журн., 19, 201 (1953).
33. I. Kinunen, B. Merrikanto. Chemist-Analyst, 42, 88 (1953).
34. Б. М. Добкина, Л. М. Херсонская. Заводская лабор., 20, 914 (1954).
35. H. T. Nahn. J. Amer. Chem. Soc., 79, 4625 (1957).
36. H. Berganova, I. Maly, V. Vesely. Jaderna energie, 4, 145 (1958).
37. T. Sato, T. Goto. J. Chem. Soc. Japan, Ind., Chem. Soc., 60, 1444 (1957).
38. I. Kinunen, B. Merrikanto. Chemist-Analyst, 42, 88 (1953). 2113 (1958).
39. В. И. Кузнецов. Журн. общ. химии, 17, 175 (1947).
40. А. К. Бабков, А. Т. Пилипенко. Колориметрический анализ. Госхимиздат, М.—Л., 1951.

А. Н. КИРГИНЦЕВ, З. В. ДОЛЖЕНКО

О ТОЧКЕ РАВНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИ ОБМЕННОЙ  
АДСОРБЦИИ ИОНОВ

## Введение

Если мы возьмем раствор двух неограниченно смешивающихся жидких неэлектролитов и поместим в него какое-либо высокодисперсное тело, то на поверхности этого тела будет наблюдаться адсорбция молекул. Обычно одно вещество сильнее адсорбируется, чем другое, т. е. одно из веществ проявляет селективную адсорбцию. Поэтому в общем случае состав поверхностного слоя не совпадает с составом жидкого раствора. Однако возможны случаи, когда при изменении концентрационных соотношений между веществами селективность адсорбции меняется, т. е., если вначале селективно адсорбируется, скажем, первое вещество, то при изменении концентрации веществ в системе селективно будет адсорбироваться второе вещество. В точке перемены селективности адсорбции оба вещества адсорбируются в равной степени, а поверхностный слой и раствор будут иметь одинаковый состав. Анализ литературных данных показывает, что такой вид адсорбции встречается у азеотропных смесей с положительными отклонениями от идеальности, причем состав точки равных концентраций при адсорбции близок к составу азеотропной смеси (см., например, [1]). По-видимому, это явление носит общий характер.

Будем увеличивать объем газообразной фазы над раствором, содержащим адсорбент, до тех пор, пока весь раствор не испарится. Здесь также в общем случае состав поверхностного слоя будет отличаться от состава газообразной фазы. Однако, как и при адсорбции из жидкого раствора, возможен такой случай, что в какой-то точке состав поверхностного слоя будет одинаков с составом газообразной фазы. Очевидно, что такая точка будет встречаться у азеотропных смесей с положительными отклонениями от идеальности при давлениях, близких к давлениям, при которых газообразная фаза находится еще в равновесии с жидким раствором.

Равновесная кристаллизация бинарных смешанных кристаллов ионных солей из водных растворов аналогична равновесию жидкость — пар в бинарных системах. В последнем случае при постоянной температуре изменение состава приводит к изменению давления. Зависимость между изменением состава и изменением давления дается законами Коновалова. В первом случае, т. е. при равновесной кристаллизации, изменение состава при постоянной температуре приводит к изменению химического потенциала воды. Характер этого изменения определяется законами Коновалова, что показано в работе [2]. Применение одних законов к резко различным системам указывает на большую аналогию в поведении этих систем. Основываясь на этой аналогии, можно ожидать сходства и в закономерностях адсорбции молекул неэлектролитов из газообразной фазы и адсорбции ионов из водных растворов электролитов.



При обменной адсорбции ионов электролитов на ионитах обычно также наблюдается селективная адсорбция одного иона, т. е. один из ионов адсорбируется всегда сильнее другого независимо от концентрационных соотношений между ионами. Однако, основываясь на аналогии закономерностей равновесия жидкость — пар и равновесной кристаллизации смешанных кристаллов ионных солей, можно ожидать, что если при равновесной кристаллизации есть точка равных концентраций, аналогичная азеотропной точке равновесия жидкость — пар, то при адсорбции ионов, образующих эти соли, наблюдается изменение селективности адсорбции ионов.

Таким образом, точке равных концентраций на диаграмме растворимости должна соответствовать точка равных концентраций на диаграмме, отображающей процесс адсорбции. Для подтверждения этого вывода и проделана данная работа.

По нашему мнению, для количественного описания процессов адсорбции двух ионов удобно использовать квадратную диаграмму, где по оси ординат откладывается концентрация одного из адсорбируемых ионов в равновесном водном растворе, а по оси абсцисс — концентрация этого иона на адсорбенте. Эти концентрации нужно выражать в молярных долях, отнесенных к адсорбируемым

ионам, т. е. по оси ординат нужно откладывать отношение числа молей одного из адсорбируемых ионов в водном растворе к общему числу молей адсорбируемых ионов в водном растворе, а по оси абсцисс — отношение числа молей этого иона на адсорбенте к общему числу молей адсорбируемых ионов на адсорбенте. Эти величины обозначим через  $x''$  и  $x'$ . Равновесие между адсорбентом и водным раствором будет характеризоваться некоторой кривой. Если эта кривая расположена так, что  $x''_1 > x'_1$  то это означает селективную адсорбцию второго иона; при  $x''_1 < x'_1$  селективно адсорбируется первый ион. Если селективность адсорбции меняется, то в точке перемены селективности  $x''_1 = x'_1$ , т. е.

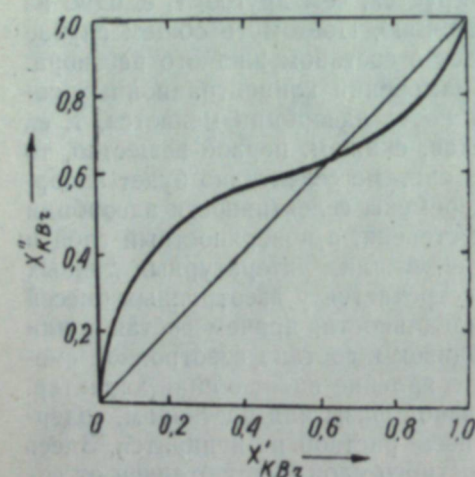


Рис. 1. Квадратная диаграмма для равновесной кристаллизации хлористого калия и бромистого калия из водных растворов при 25°C (по данным работы [3]).

оба иона адсорбируются в равной степени.

Нами изучалась адсорбция ионов хлора и брома из смеси солей KCl и KBr в воде. Соли KCl и KBr при равновесной кристаллизации образуют непрерывный ряд твердых растворов с точкой равных концентраций. Квадратная диаграмма для равновесной кристаллизации этих солей показана на рис. 1 (диаграмма взята из работы [3]). Следовательно, при адсорбции ионов брома и хлора мы можем ожидать появление точки, в которой селективность адсорбции меняется.

#### Экспериментальная часть

Адсорбция ионов хлора и брома проводилась из водных растворов солей хлористого и бромистого калия на анионите АН-9Ф, который в первой серии опытов насыщался ионами хлора, а во второй — ионами брома. Для насыщения анионит после предварительной обработки, не-

сколько раз промывался 1,5 *н.* раствором хлористого или бромистого калия, высушивался при 100° С и проверялся на полноту насыщения.

Опыты проводились при комнатной температуре. Анионит в «хлорной» или «бромной» форме перемешивался с водным раствором солей хлористого и бромистого калия в течение четырех часов. После перемешивания раствор оставался в контакте с анионитом еще 44 часа. Затем из водного раствора отбиралась проба и в ней определялось количество брома. Зная емкость адсорбента и количество брома и хлора в исходном растворе, легко рассчитать количество ионов брома и хлора на адсорбенте и в водном растворе. Емкость адсорбента находим длительным промыванием адсорбента в «хлорной» или «бромной» форме раствором сульфата калия с последующим определением в промывном растворе количества ионов хлора или брома. Емкость анионита в «хлорной» форме оказалась равной  $0,306 \cdot 10^{-2}$  г-экв на грамм анионита, а емкость анионита в «бромной» форме —  $0,260 \cdot 10^{-2}$  г-экв на грамм анионита.

При определении емкости поглощения количество ионов хлора или брома в промывном растворе находили титрованием его раствором азотнокислого серебра. Количество ионов брома в пробе водного раствора после перемешивания с анионитом определялось йодометрическим методом.

Для проведения опытов были приготовлены растворы хлористого и бромистого калия 0,95, 0,48 и 0,24 *н.* Проводились три серии опытов с анионитом в «хлорной» форме. В каждой серии опытов общая нормальность KCl и KBr не менялась и была соответственно равна 0,95; 0,48; 0,24. Аналогичные серии опытов были проведены и с анионитом в «бромной» форме. Результаты опытов приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Адсорбция ионов хлора и брома на анионите АН-9Ф  
(Количество анионита — 3 г, раствора — 20 мл)

$U_{KBr}$ (мл)	0,95 <i>н.</i>		0,48 <i>н.</i>		0,24 <i>н.</i>	
	$x'_{Br}$	$x''_{Br}$	$x'_{Br}$	$x''_{Br}$	$x'_{Br}$	$x''_{Br}$
Исходный анионит насыщен хлором						
2	0,0706	0,0661	0,0604	0,043	0,0425	0,032
4	—	—	0,1178	0,0895	—	—
6	—	—	0,1724	0,138	—	—
8	0,291	0,259	0,2267	0,187	0,1713	0,127
10	—	—	0,283	0,245	—	—
12	—	—	0,3325	0,288	—	—
14	—	—	0,3792	0,344	0,295	0,230
16	0,536	0,547	0,4324	0,394	—	—
18	0,573	0,625	0,4796	0,451	0,3774	0,2985
20	0,581	0,722	0,4918	0,540	0,4177	0,334
Исходный анионит насыщен бромом						
18	0,886	0,951	0,903	0,9835	0,901	1,06
16	—	—	0,873	0,906	—	—
14	0,766	0,801	0,827	0,842	—	—
12	0,758	0,697	0,7901	0,7724	0,833	0,872
10	—	—	0,7419	0,7106	—	—
8	—	—	0,702	0,641	—	—
6	0,575	0,476	—	—	0,739	0,720
4	—	—	0,609	0,515	—	—
2	0,432	0,334	0,543	0,466	0,671	0,628
0	0,338	0,273	0,505	0,397	0,632	0,590



Первая колонка чисел в табл. 1 показывает, сколько было взято раствора  $KBr$  соответствующей нормальности для приготовления исходного раствора. Количество раствора  $KCl$  соответствующей нормальности, нужное для приготовления исходного раствора, легко определяется, если учесть, что общий подъем исходного раствора во всех опытах был равен 20 мл. Следующие колонки чисел в таблице показывают молярную долю ионов брома на адсорбенте и в равновесном растворе.

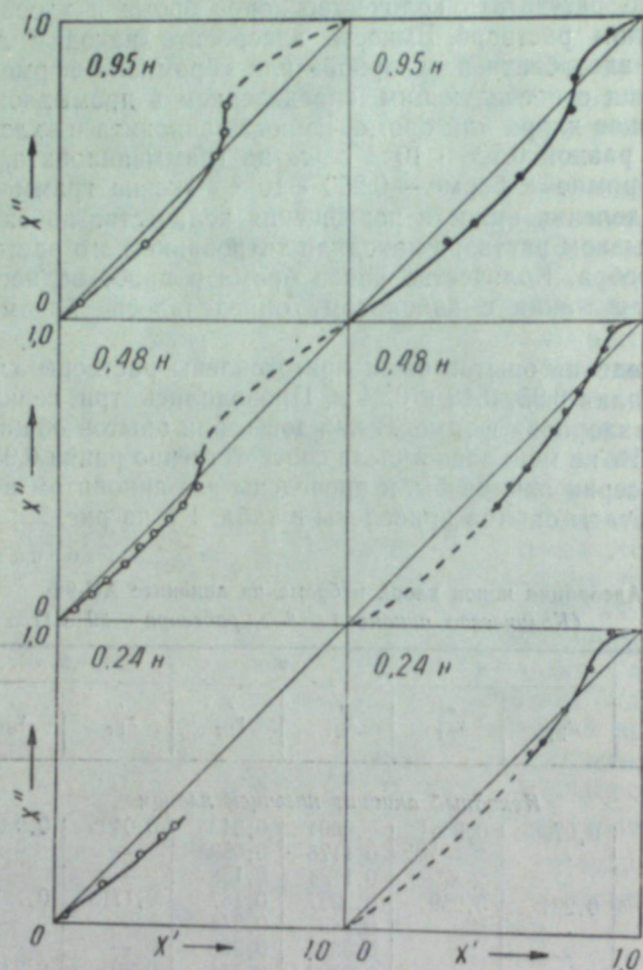


Рис. 2. Изотермы адсорбции ионов брома из водных растворов хлористого и бромистого калия на анионите АН-9Ф.

Для изотерм в левой части рисунка анионит был взят в «хлорной» форме, для изотерм в правой части — в АН-9Ф.

Нами также была получена изотерма ионообменной адсорбции и при изменении навески адсорбента при сохранении постоянства общей нормальности (0,48) и объема раствора. Эти опыты проводились с анионитом в «бромной» форме, результаты их представлены в табл. 2 и на рис. 3. В первой колонке таблицы показано, сколько было взято граммов анионита для проведения опытов, в следующих — молярная доля иона брома из анионита и в равновесном растворе. В таблице указано, сколько было взято миллилитров 0,48 н. раствора  $KBr$  для приготовления

Таблица 2  
Адсорбция ионов хлора и брома на анионите АН-9Ф, насыщенном бромом  
(Количество раствора — 20 мл, концентрация раствора — 0,48 н.)

Навеска, г	$V_{KBr} = 0$		$V_{KBr} = 2 \text{ мл}$		$V_{KBr} = 8 \text{ мл}$	
	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$	$x_1$	$x_2$
3,0	0,509	0,394	0,543	0,466	0,712	0,633
2,5	0,478	0,349	0,534	0,413	0,69	0,603
2,0	0,436	0,302	0,492	0,372	0,675	0,576
1,5	0,382	0,248	0,460	0,318	0,652	0,542
1,0	0,302	0,187	0,396	0,262	0,625	0,502
0,5	0,223	0,106	0,315	0,192	0,609	0,454

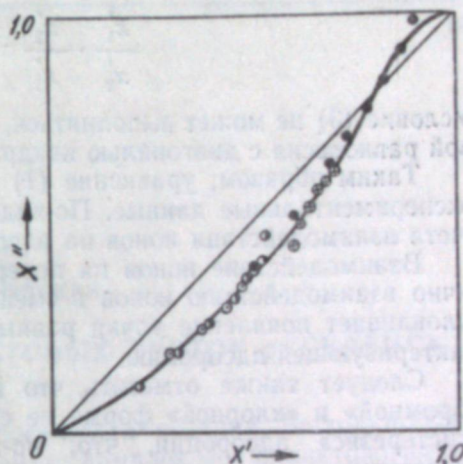


Рис. 3. Изотермы адсорбции ионов брома из 0,48 н. растворов хлористого и бромистого калия на анионите АН-9Ф, полученные изменением навески адсорбента.

исходного раствора. Зная эти цифры, легко определить количество 0,48 н. раствора  $KCl$ , затраченного на приготовление исходного раствора, так как общий объем раствора был всегда равным 20 мл.

### Обсуждение результатов

Данные рис. 2 и 3 отчетливо показывают, что кривая, определяющая равновесие водного раствора солей  $KCl$  и  $KBr$  с анионитом в «хлорной» или «бромной» форме, пересекается с диагональю квадратной диаграммы. В точке пересечения ионы хлора и брома адсорбируются в равной степени. Левее этой точки ионы брома адсорбируются в меньшей степени, чем ионы хлора, а правее ее ионы брома адсорбируются в большей степени, чем ионы хлора. Таким образом, для этой системы мы действительно имеем точку, где селективность адсорбции меняется, что является подтверждением вывода, сделанного выше.

Однако возникает естественный вопрос — может быть наличие этой точки объясняется изменением активности ионов в жидкой фазе? Изотерма адсорбции равновалентных, одновалентных ионов имеет вид

$$\frac{q_1}{q_2} = \kappa \frac{a_1}{a_2}, \quad (1)$$

где  $q_1$  и  $q_2$  — адсорбция ионов 1 и 2,  $a_1$  и  $a_2$  — их активность в жидкой фазе,  $\kappa$  — некоторая постоянная величина. Это уравнение вытекает из более общих уравнений изотерм ионного обмена Никольского и Гапона. Уравнение (1) можно записать в такой форме

$$\frac{x_1'}{x_2'} = \kappa \frac{x_1''}{x_2''} \cdot \frac{\gamma_1''}{\gamma_2''}, \quad (2)$$

где  $\gamma_1''$  и  $\gamma_2''$  — коэффициенты активности ионов в водном растворе. В нашем случае коэффициенты активности ионов брома и хлора в водном растворе меняются весьма незначительно, а отношение их с весьма хорошим приближением может быть принято постоянным [4]. Поэтому в наших условиях, если следовать уравнению (1), должно выполняться условие



$$\frac{x_1'}{x_2'} \cdot \frac{x_2''}{x_1''} = \text{const} \neq 1. \quad (3)$$

Условие (3) не может выполняться, если имеется точка пересечения кривой равновесия с диагональю квадратной диаграммы.

Таким образом, уравнение (1) не может описать полученные нами экспериментальные данные. По-видимому, это является следствием неучета взаимодействия ионов на адсорбенте.

Взаимодействие ионов на поверхности адсорбента в чем-то аналогично взаимодействию ионов в смешанных кристаллах солей. Это и обуславливает появление точки равных концентраций на диаграмме, характеризующей адсорбцию.

Следует также отметить, что изотермы адсорбции на анионите в «бромной» и «хлорной» форме не совпадают. Мы здесь имеем как бы «гистерезис» адсорбции, что, по-видимому, не вызвано ошибками эксперимента.

### Выводы

1. Изучена адсорбция ионов хлора и брома на анионите АН-9Ф. Показано, что в этом случае имеется точка, в которой селективность адсорбции ионов брома и хлора меняется. Это явление увязано с наличием точки равных концентраций при равновесной кристаллизации солей КСl и КВг.

Авторы выражают благодарность проф. В. Т. Быкову за содействие в выполнении работы.

Дальневосточный филиал  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
9/VI 1959

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Комаров, Н. Ф. Ермоленко. ДАН БССР, 2, 65 (1958).
2. А. Н. Киргинцев. Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 10, 1959.
3. G. S. Durham, E. J. Rock, J. S. Fraum, J. Amer. Chem. Soc., 75, 5792 (1953).
4. Mc Coy, Wallace. J. Amer. Chem. Soc., 78, 1830 (1956).

Г. И. ПОПОВСКАЯ

### О ФИТОПЛАНКТОНЕ ДЕЛЬТОВЫХ ПРОТОК Р. СЕЛЕНГА

В 1958 г. Байкальская лимнологическая станция Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР развернула комплексное планктологическое и гидрохимическое изучение Селенгинского мелководья, примыкающих к нему участков открытого Байкала, соров и дельтовых протоков р. Селенга с целью выяснения основных закономерностей жизни планктона этого своеобразного района.

Селенга — крупнейший приток Байкала, длиной около 1500 км; ее протяженность в пределах СССР 1000 км. Годовой водный сток реки равен 30 км<sup>3</sup>, что составляет 50% от общего стока всех впадающих в Байкал рек.

В настоящей работе подводятся некоторые итоги исследования фитопланктона дельтовых притоков Селенги, проводимого для выяснения роли последней в формировании фитопланктона Селенгинского мелководья.

Фитопланктон Селенги и ее дельтовых протоков до настоящего времени изучен очень слабо. В литературе [1, 2] имеются лишь отрывочные сведения о качественном составе фитопланктона с визуальной оценкой частоты встречаемости отдельных видов и указанием на его чрезвычайную бедность в качественном и количественном отношении.

### Материал и методика исследования

Исследовались три наиболее крупные дельтовые протоки Селенги — Харауз, Средняя и Северная. В протоке Харауз материал собирался с июня 1958 г. по июнь 1959 г., в Средней и Северной — в летне-осенний период 1958 г. Материал по фитопланктону собирался 2—3 раза в месяц в 1,5—3 км от устья проток с глубины 30 см морским опрокидывающимся батометром и сетью Цепелин из шелкового газа № 70 путем фильтрации через нее 100 л воды. Взятие проб сопровождалось гидрохимическими и гидрологическими наблюдениями, брались также пробы грунта и определялись скорости течения речной вертушкой Жестовского. Всего за период исследования собрано и обработано 67 проб фитопланктона, из которых 58 отстойных и 29 сетяных. Большинство видов было определено проф. А. П. Скабичевским, за что выражаю ему сердечную благодарность.

### Краткие физико-географические данные

Р. Селенга при впадении в Байкал образует обширную дельту, состоящую из множества болотистых островов, разделенных многочисленными протоками (рис. 1). Наиболее крупные из них — Харауз, Шамац-



Средняя, Северная, Галута, Старая Борозда, Колпинная, Лобановская. Общая протяженность дельты вдоль побережья около 60 км [3], площадь 700 км<sup>2</sup> [4]. Длина каждой исследованной протоки около 25 км, ширина Средней и Северной — 40—80 м, Харауза — 200—400 м. Единственной судоходной протокой дельты Селенги является Харауз с глубиной на плесах 2—9 м. Глубины Средней и Северной не превышают 3 м. Скорость течения в протоке Харауз на стержне 0,5—0,9 м/сек, в Средней 0,5—0,7 м/сек, в Северной 0,2—0,3 м/сек. Характер грунтов также различен. В протоке Северной преобладают илистые, в Средней и Хараузе — песчаные грунты. Берега проток довольно сильно заболочены и местами покрыты густыми зарослями *Phragmites communis*, *Typha latifolia*. Высшая водная растительность в протоках Средней и Северной богато представлена *Nuphar luteum*, *Limnanthemum nymphaeoides*, *Potamogeton*, *Polygonum amphibium*, *Lemna minor*. В Хараузе макрофитов почти нет.

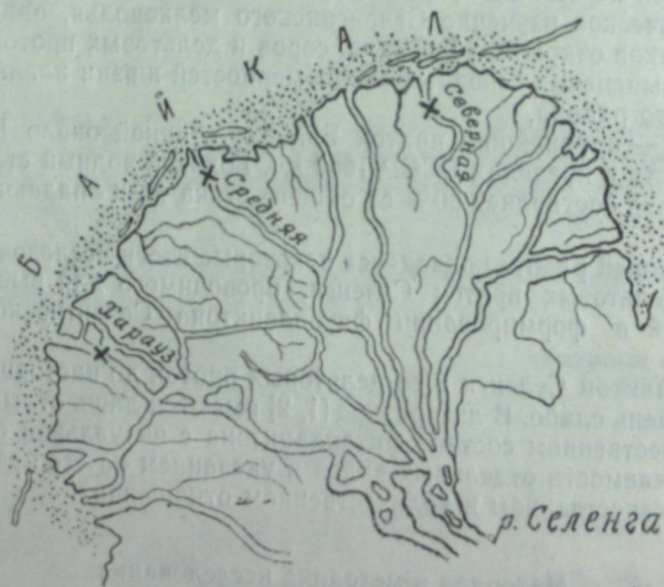


Рис. 1. Схема дельты р. Селенга. X — места взятия проб.

Температурный режим всех изучаемых проток Селенги был сходным (рис. 2). Максимальный прогрев воды — до 17—21°C отмечался в августе, осеннее охлаждение с падением до 5—6°C началось в сентябре. Ледяной покров установился в последних числах октября.

Прозрачность воды дельтовых проток в свободный ото льда период обычно не превышает 40—80 см (по диску Секки). Цвет ее желтоватосерый. Зимой вода становится чистой, светлой и прозрачность ее увеличивается до глубины 3—4 м.

Вода Селенги относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу, ее минерализация лежит в пределах 150—200 мг/л [5] рН воды слабо щелочная с колебанием 7,1—7,2 зимой и до 8—8,1 — летом. Содержание кислорода летом близко к нормальному, зимой падает до 40—50% насыщения. Содержание соединений биогенных элементов подвержено сезонным изменениям. Максимум их приходится на начало осени и зиму, минимум — на летний период. В период минимума содержание нитратного азота падало до 11—16 мг/м<sup>3</sup>, фосфатного фосфора до 3—5 мг/м<sup>3</sup>. В на-

чале марта 1959 г. (зимний максимум) содержание указанных компонентов возросло соответственно до 16—24 мг/м<sup>3</sup>. Содержание кремния в 1958 г. колебалось в пределах 2,65—5,6 мг/л.

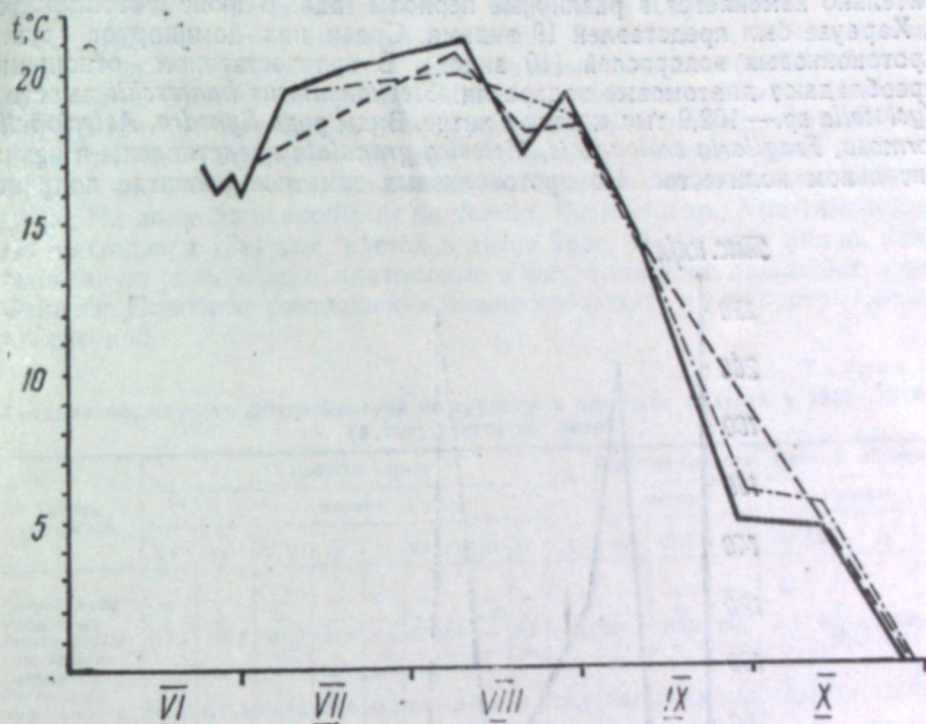


Рис. 2. Температура воды в протоках Харауз (сплошная линия), Средняя (штриховая линия) и Северная (штрихпунктирная линия) в июне—октябре 1958 г.

#### Сезонная динамика фитопланктона дельтовых проток р. Селенга

Всего в фитопланктоне исследуемых проток обнаружено 104 вида и разновидностей водорослей, распределяющихся по основным систематическим группам следующим образом: 1) *Cyanophyta* — 16, 2) *Chrysophyta* — 5, 3) *Bacillariophyta* — 17, 4) *Pyrrophyta* — 1, 5) *Volvocales* — 4, 6) *Protococcales* — 52, 7) *Ulotrichales* — 1, 8) *Desmidiaceae* — 8.

Однако соотношение систематических групп не отражает их настоящей роли в фитопланктоне. Наиболее богато представленная группа протокковых часто встречается единичными экземплярами. Так, из 52 видов и разновидностей во всех протоках более или менее постоянно и в значительном количестве встречаются 4—5 видов: *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, *Actinastrum hantzschii* var. *gracile*, *Dicatosphaerium pulchellum* виды рода *Scenedesmus*. Из диатомовых в массе развиваются *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp.\*, *Nitzschia acicularis*. В меньшем количестве, но постоянно встречаются *Asterionella formosa*, *Melosira granulata* *Synedra*. Из сине-зеленых выделяется лишь один вид — *Anabaena verrucosa* f. *major*.

Исследуя количественный состав фитопланктона, мы пришли к за-

\* Видовая принадлежность *Cyclotella* нами пока точно не установлена, поэтому в тексте обозначается как *Cyclotella* sp.



ключению, что численность его высока и создается главным образом за счет группы диатомовых.

Как и в других реках [6—10], фитопланктон в протоках Селенги значительно изменяется в различные периоды года. В июне фитопланктон в Хараузе был представлен 19 видами. Среди них доминирует группа протококковых водорослей (10 видов). В количественном отношении преобладают диатомовые водоросли. *Stephanodiscus hantzschii* вместе с *Cyclotella* sp. — 102,9 тыс. клеток в литре. Виды рода *Synedra*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata* представлены в незначительном количестве. Из протококковых заметное развитие получает

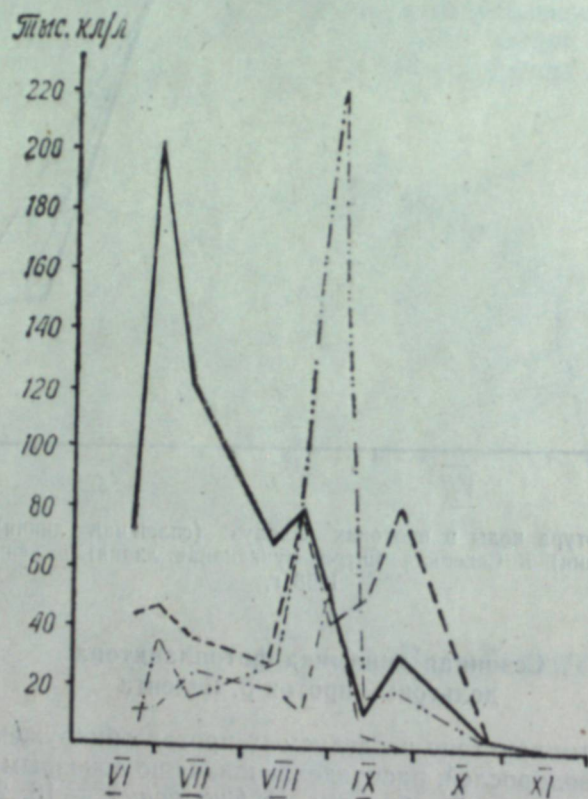


Рис. 3. Численность протококковых водорослей в протоке Харауз в июне — ноябре 1958 г. (в тыс. клеток на литр): сплошная линия — *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, штриховая — *Actinastrum hantzschii* var. *gracile*, штрих-пунктирная (через 2 точки) — *Dictyosphaerium pulchellum*, штрих-пунктирная (через 1 точку) — виды рода *Scenedesmus*.

*Ankistrodesmus pseudomirabilis* — 73,6 тыс. клеток в литре, *Actinastrum hantzschii* — 44,1 тыс. клеток в литре (рис. 3). Виды рода *Scenedesmus* и *Pediastrum kawraiskyi* представлены единичными экземплярами, как и виды других групп. В конце июня *Nitzschia acicularis* в протоке Харауз достигает максимума своего развития — свыше 1 млн. клеток в литре. Увеличение *Stephanodiscus hantzschii* и *Cyclotella* sp. идет медленнее, их численность равна 170 тыс. клеток в литре. Из сине-зеленых необходимо отметить значительное развитие *Anabaena verrucosa* f. *major* — около 400 тыс. клеток в литре. Общая численность фитопланктона в конце июня составляет более 1,5 млн. клеток в литре.

В июле число видов фитопланктона значительно увеличивается. Количество их варьирует в разных протоках от 31 до 41 формы. Наиболее богато представлен видовой состав водорослей в протоке Средней (41 форма). В это время в планктоне появляются *Lagerheimia quadriseta*, *L. sp.*, увеличивается число видов родов *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*. Из диатомовых в июле впервые появляются *Cyclotella meneghiniana*, *Diatoma elongatum*, *Melosira granulata* var. *angustissima*. В количественном отношении в июле главная роль принадлежит диатомовым. Высокая численность их характерна для всех трех протоков (табл. 1). Общая численность фитопланктона в Хараузе свыше 2 млн. клеток в литре. На долю *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp., *Nitzschia acicularis* приходится 1741 тыс. клеток в литре (рис. 4). Отсюда видно, какую громадную роль играют диатомовые в фитопланктоне дельтовых протоков Селенги. Подобные соотношения можно наблюдать и для протоков Средней и Северной.

Таблица 1

Средняя численность фитопланктона по группам в протоках Селенги в 1958—1959 гг. (в тыс. клеток на литр)

Группы водорослей	Протока Харауз										Протока Средняя			Протока Северная				
	месяцы										месяцы			месяцы				
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II	III	IV	V	VII	VIII	X	VII	VIII	IX	X	
<i>Chrysophyta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Volvocales</i>	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	0,9	+	+	+	+	+	+	0,9
<i>Protococcales</i>	217,5	198,5	332,6	114,4	1,5	0,7	0,4	—	3,1	14,1	207,7	243,9	103,1	52,6	807,5	285,9	—	
<i>Ulotrichales</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	
<i>Desmidiata</i>	1,6	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	0,9	+	—	—	—	+	
<i>Pyrrophyta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Bacillariophyta</i>	968,9	1741,5	1023,3	667,6	43,2	4,3	3,2	4,3	62,4	265,9	750,8	1004,5	3,1	620,9	962,4	724,6	125,3	
<i>Cyanophyta</i>	190,6	81,0	+	2,8	+	—	—	—	—	—	—	—	123,5	14,4	—	+	+	18,7

Из протококковых во всех протоках в заметном количестве развивается *Ankistrodesmus pseudomirabilis*. Виды других групп встречаются в небольшом количестве — порядка нескольких тысяч клеток в литре.

Самым богатым месяцем по количеству видов водорослей является август. Видовой состав в августе увеличивается во всех протоках и по всем группам. Наиболее разнообразен качественный состав фитопланктона в протоке Средней, где число видов водорослей достигает 53. Здесь, а также в протоке Северной впервые появляются из группы *Chrysophyceae* *Dinobryon elegans*, *D. sociale*, *D. divergens*. Во всех протоках увеличивается общее число видов протококковых. Однако ведущими формами, придающими основной колорит фитопланктону, остаются те же виды, что в июне и июле. В первой половине августа в протоке Харауз отмечена наиболее высокая общая численность фитопланктона — 2102 тыс. клеток в литре, которая складывается в основном из трех видов: *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp. и *Nitzschia acicularis*. Общая численность в среднем за месяц по протокам распределялась следующим образом: в Хараузе — 1355,9 тыс., в Средней — 1263,7 тыс., в Северной — 1797,4 тыс. клеток в литре. Такая высокая общая численность фитопланктона складывается благодаря трем указанным выше видам диатомовых, исключение составляет протока Северная, где кроме этих трех доминантов дает значительную вспышку *Dictyosphaerium pulchellum* численностью свыше 700 тыс. клеток в литре (табл. 2).

В сентябре заметно обедняется видовой состав протококковых водорослей, главным образом за счет выпадения из планктона малочисленных видов. Происходит некоторое увеличение числа видов диатомовых,



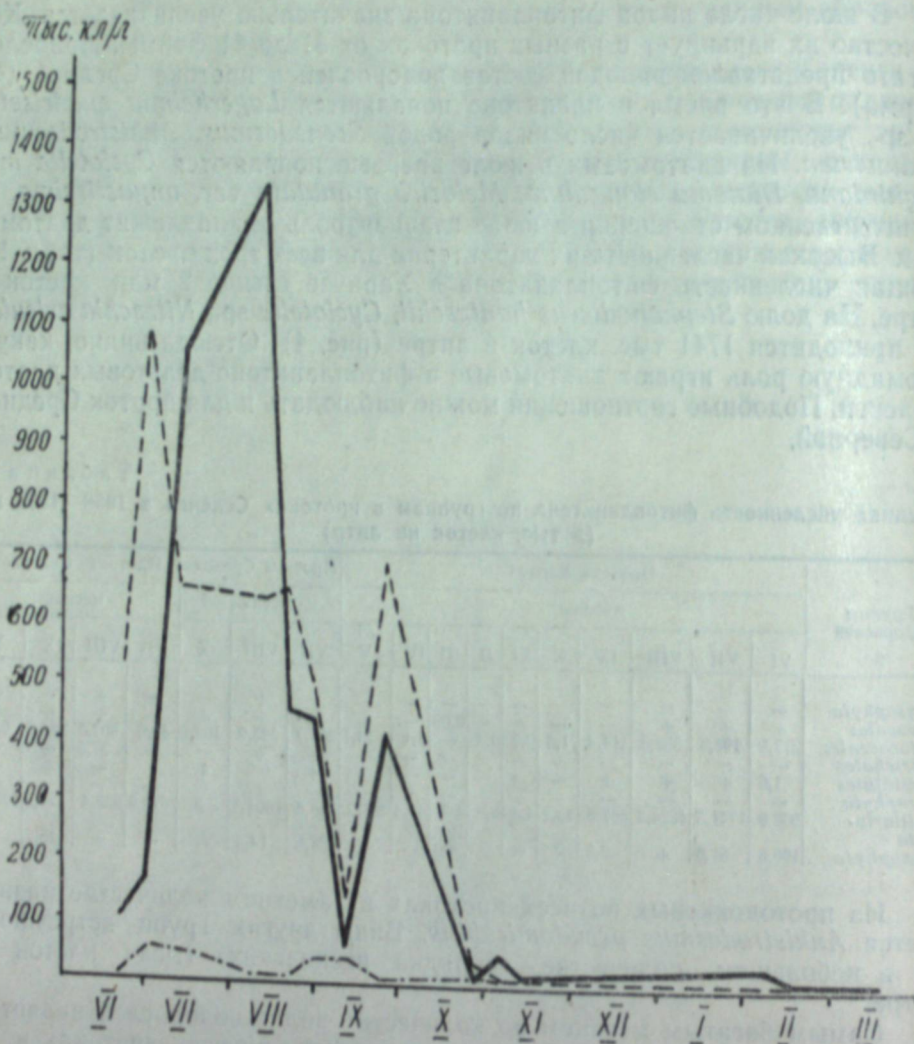


Рис. 4. Численность диатомовых водорослей в протоке Харауз в июне — декабре 1958 г. и январе — марте 1959 г. (в тыс. клеток на литр).

Сплошная линия — *Stephanodiscus hantzschii* + *Cyclotella* sp., штриховая — *Nitzschia acicularis*, штрих-пунктирная — прочие *Bacillariophyta*.

Таблица 2

Средняя численность руководящих видов фитопланктона в протоках Средней и Северной в летне-осенний период 1958 г. (в тыс. клеток на литр)

Виды водорослей	Протока Средняя			Протока Северная			
	месяцы			месяцы			
	VII	VIII	X	VII	VIII	IX	X
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> + <i>Cyclotella</i> sp.	298,4	656,1	263,0	308,2	460,0	256,7	91,0
<i>Nitzschia acicularis</i>	429,2	320,9	7,7	271,3	325,5	373,0	9,5
<i>Asterionella formosa</i>	+	31,8	4,7	13,8	40,0	49,7	21,8
<i>Melosira granulata</i>	13,5	9,7	—	4,6	12,5	23,4	—
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	52,7	104,6	63,0	18,4	732,5	169,4	—
<i>Actinastrum hantzschii</i>	50,4	25,1	18,4	+	35,0	66,9	—
<i>Ankistrodesmus pseudomirabilis</i>	112,6	80,5	1,6	9,2	27,5	28,1	1,0
Виды рода <i>Scenedesmus</i>	3,5	27,4	6,9	25,0	+	10,0	—

хотя ведущими формами по-прежнему остаются *Nitzschia acicularis*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp. Возрастает роль *Melosira granulata* и *Asterionella formosa*, а из сине-зеленых *Microcystis aeruginosa*, *M. grevillei*, *Merismopedia punctata*. Численность диатомовых в сентябре остается еще довольно высокой (см. табл. 1 и 2).

В октябре резко уменьшается фитопланктон как в качественном, так и в количественном отношении. Немалую роль в этом играет температурный фактор, так как многие теплолюбивые виды в связи с низкой температурой прекращают свое развитие.

В зимний период в связи с толстым ледяным покровом, значительной толщиной снега, а следовательно, почти полным отсутствием света подо льдом и низкой температурой воды фитопланктон дельтовых протоков Селенги, как и во многих других реках [6, 7, 9, 10, 11], прекращает свое развитие. В составе зимнего фитопланктона остаются лишь немногие виды водорослей *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp., *Nitzschia acicularis*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Asterionella formosa*, *Scenedesmus*. Эти виды являются обычными компонентами летнего планктона, что позволяет считать их остатками последнего, перезимовавшего подо льдом. Подобная картина наблюдалась А. П. Скабичевским [9, 10] при исследовании планктона Иртыша. Кроме этих водорослей, зимой в небольших количествах встречался *Mallomonas* sp., который в другие сезоны года в наших материалах отсутствовал, являясь, по-видимому, характерным только для зимнего периода.

Начало вегетации планктонных водорослей происходит в середине апреля, что можно проследить на примере протоки Харауз, где пробы отбирались круглогодично. В течение трех декад апреля общая численность фитопланктона варьирует с 720 клеток до 207 тыс. клеток на литр. Фитопланктон в этот период представлен в основном диатомовыми водорослями: *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp., *Nitzschia acicularis*, *Asterionella formosa*.

В мае происходит дальнейшее постепенное увеличение общей численности фитопланктона (до 308 тыс. клеток в литре в конце месяца). Наряду с формами водорослей, указанных для апреля, в мае вновь появляются *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, *Melosira varians*.

В июне 1959 г. нарастание численности фитопланктона происходило чрезвычайно быстро, по сравнению с предыдущими месяцами. Характер распределения водорослей в июне 1959 г. был в основном такой же, как и в июне 1958 г.

Ниже приводится список видов, обнаруженных в разных протоках Селенги (см. приложение).

## Выводы

1. В дельтовых протоках р. Селенга обнаружен разнообразный видовой состав водорослей, насчитывающий 104 вида и разновидностей.

2. В видовом составе фитопланктона доминирующее положение занимают протококковые (52 вида). Второе место принадлежит диатомовым и сине-зеленым (соответственно 17 и 16 видов). Остальные группы водорослей представлены небольшим числом видов.

3. Руководящими видами фитопланктона дельтовых протоков Селенги являются *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella* sp., *Nitzschia acicularis*, *Anabaena verrucosa* f. *major*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis* *Actinastrum hantzschii* var. *gracile*, виды рода *Scenedesmus*.



4. С июня 1958 г. по июнь 1959 г. обнаружен богатый в количественном отношении фитопланктон с максимальной численностью в первой половине августа в протоке Харауз (2102 тыс. клеток в литре).

5. В зимний период почти полностью прекращается развитие водорослей. Встречающиеся в небольшом количестве организмы принадлежат к обычным компонентам весенне-летнего планктона. Исключение составил лишь *Mallomonas* sp., который наблюдался только зимой.

Байкальская лимнологическая станция  
Восточно-Сибирского филиала  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
6/X 1959

#### ЛИТЕРАТУРА

- К. И. Мейер, Введение во флору водорослей озера Байкал. Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы, отд. биол., новая серия, т. XXXIX, вып. 3—4, М.—Л., 1930.
- В. Н. Яснитский, Материалы к познанию планктона озера Байкал. Тр. Иркутского об-ва естествоиспытателей, т. I, вып. 1, 1928.
- Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Сб. статей под ред. М. М. Кожова и К. И. Мишарина, Иркутск, 1958.
- Л. В. Зорин, Формирование дельты Селенги и образование залива Провал. Уч. зап. МГУ, Геоморфология, вып. 182, 1956.
- К. К. Вотинцев, Гидрохимия оз. Байкал. Дисс. Ирк. гос. ун-т, 1950.
- В. И. Есырева, Флора водорослей р. Волги от Рыбинска до г. Горького. Тр. Ботанич. сада, кн. пятая. Уч. зап. МГУ, вып. 85, 1954.
- К. И. Мейер, Фитопланктон р. Оки под г. Муромом по сборам 1919—1921 г. Работы Окской биол. станции, т. 2, вып. 2, 1925.
- Я. В. Роля, А. Е. Каштанова, Фитопланктон нижнего Днепра на участке Никополь—устье Днепра, его притоков и кутов. Тр. Ин-та гидробиологии, № 31, Киев, 1953.
- А. П. Скабичевский, Сезонные изменения планктона р. Иртыша у г. Омска. Тр. Омского мед. ин-та им. М. И. Калинина, 18, 1952.
- А. П. Скабичевский, Фитопланктон. В кн.: Васильев Е. В., Ивановна Г. С., Маслов Л. М., Попов М. Р., Самойленко П. Д., Скабичевский А. П., Федоров В. Г., Чистяков Л. Д., Санитарная характеристика р. Иртыша в районе г. Омска по данным физико-химических, бактериологических и биологических исследований. Омский н.-и. ин-т эпидемиологии, микробиологии и гигиены, Омск, 1957.
- П. И. Усачев, Материалы к флоре водорослей р. Енисей. Тр. Сибирской научной рыбохозяйственной станции, т. 3, вып. 2, Красноярск, 1928.

#### Список видов водорослей, обнаруженных в дельтовых протоках р. Селенги

№ п. п.	Виды	Харауз	Средняя	Северная
<i>Chrysophyta</i>				
1	<i>Dinobryon elegans</i> Korschik	—	+	—
2	<i>D. sociale</i> Ehr.	—	+	—
3	<i>D. sociale</i> var. <i>stipitatum</i> (Stein) Lemm.	—	—	+
4	<i>D. divergens</i> Imh.	—	+	—
5	<i>Mallomonas</i> sp.	+	—	—
<i>Chlorophyta, Volvocales</i>				
6	<i>Volvox aureus</i> Ehr.	+	—	—
7	<i>V. sp.</i>	—	+	—
8	<i>Pandorina morum</i> Bory.	+	+	+
9	<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	+	+	—
<i>Chlorophyta, Protococcales</i>				
10	<i>Schroederia setigera</i> Lemm.	+	+	+
11	<i>Sch. robusta</i> Korschik	+	+	—
12	<i>Pediastrum braunii</i> Wartm.	—	—	+
13	<i>P. kawraiskyi</i> Schmidle.	+	+	—
14	<i>P. tetras</i> (Ehrb.) Ralfs.	+	+	—
15	<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh.	+	+	+
16	<i>P. duplex</i> Mëyen.	+	+	—
17	<i>Tetraedron minutissimum</i> Korschik	+	+	—
18	<i>Franceia</i> sp.	+	—	—
19	<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schroed.	—	+	—
20	<i>L. genevensis</i> Chod.	—	+	+
21	<i>L. quadriseta</i> G. M. Smith.	—	+	+
22	<i>L. sp.</i>	+	+	+
23	<i>Oocystis borgei</i> Snow.	+	+	+
24	<i>O. pelagica</i> Lemm.	—	+	—
25	<i>O. pusilla</i> Hansg.	—	—	+
26	<i>O. parva</i> W. et. W.	—	—	+
27	<i>Ankistrodesmus longissimus</i> var. <i>acicularis</i> Brunth.	—	+	+
28	<i>A. braunii</i> Brunth.	—	+	+
29	<i>A. acicularis</i> (A. Br.) Korschik.	+	+	+
30	<i>A. minutissimum</i> Korschik.	+	+	+
31	<i>A. arcuatus</i> Korschik.	—	+	+
32	<i>A. pseudomirabilis</i> Korschik.	+	+	+
33	<i>A. angustus</i> Bern.	—	—	+
34	<i>A. fusiformis</i> Corda.	+	+	+
35	<i>Kirchneriella obesa</i> Schmidle.	+	—	—
36	<i>K. obesa</i> var. <i>aperta</i> Brunth.	—	—	+
37	<i>K. lunaris</i> Moeb.	—	—	+
38	<i>K. intermedia</i> var. <i>major</i> Korschik.	+	—	—
39	<i>K. irregularis</i> Korschik.	+	+	+
40	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	+	+	+
41	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.	+	+	+
42	<i>D. pulchellum</i> var. <i>ovatum</i> Korschik.	+	+	—
43	<i>Crucigenia irregularis</i> Wille	+	—	+
44	<i>C. quadrata</i> Morren.	—	—	—
45	<i>Tetrastrum staurogeniforme</i> Lemm.	+	—	—
46	<i>T. hastiferum</i> Korschik.	—	+	—
47	<i>T. glabrum</i> et. Tiif.	+	+	+
48	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	+	+	+
49	<i>A. hantzschii</i> var. <i>gracile</i> Roll.	+	+	+
50	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.	+	—	+
51	<i>S. obliquus</i> var. <i>alternans</i> Chrystjuk.	—	+	+
52	<i>S. acuminatus</i> (Lagerh) Chod.	+	+	+
53	<i>S. acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinh.	+	+	+
54	<i>S. bijugatus</i> (Turp.) Kütz.	+	+	+
55	<i>S. bijugatus</i> var. <i>alternans</i> Hansg.	+	+	—



№№ п. п.	Виды	Хараус	Сред- няя	Север- ная
56	<i>S. arcuatus</i> Lemm.	—	+	—
57	<i>S. arcuatus</i> var. <i>platydiscus</i> Smith.	+	—	+
58	<i>S. quadricauda</i> Breb.	+	+	+
59	<i>S. quadricauda</i> var. <i>obundans</i> Kirchn.	+	+	—
60	<i>S. quadricauda</i> var. <i>armatus</i> Deduss.	—	—	+
61	<i>S. quadricauda</i> var. <i>dentatus</i> Deduss.	+	—	—
<i>Pyrrophyta</i>				
62	<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.) Bergh.	—	+	—
<i>Chlorophyta, Ulotrichales</i>				
63	<i>Binuclearia</i> sp.	—	+	—
<i>Chlorophyta, Desmidiiales</i>				
64	<i>Closterium pronum</i> Breb.	+	—	—
65	<i>C. moniliferum</i> Ehrenb.	+	+	+
66	<i>C. kutzingii</i> Breb.	+	+	—
67	<i>C. leiblenii</i> f. <i>borge</i> Kosinsk.	+	—	—
68	<i>C. sp.</i>	+	+	—
69	<i>Cosmarium</i> sp. sp.	+	+	—
70	<i>Staurastrum</i> sp.	+	+	+
71	<i>Xantidium</i> sp.	+	—	—
<i>Bacillariophyta</i>				
72	<i>Melosira varians</i> Ag.	+	+	+
73	<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs.	+	+	+
74	<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> Hust.	+	+	+
75	<i>Cyclotella</i> sp. sp.	—	+	+
76	<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	+	+	+
77	<i>Stephanodiscus astraeva</i> var. <i>minutulus</i> Grun.	+	+	+
78	<i>St. hantzschii</i> Grun.	+	+	—
79	<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	+
80	<i>Tabellaria fenestrata</i> Kütz.	—	—	—
81	<i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	—	+	+
82	<i>Diatoma elongatum</i> Ag.	—	+	+
83	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	—	—	—
84	<i>F. capucina</i> Desm.	+	+	+
85	<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> Kütz.	—	+	—
86	<i>S. acus</i> var. <i>radians</i> Kütz.	+	+	+
87	<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+	+	+
88	<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	+	+	+
<i>Cyanophyta</i>				
89	<i>Synechocystis</i> sp.	—	—	—
90	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	+	+	+
91	<i>M. punctata</i> Meyen.	+	+	—
92	<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.	+	+	+
93	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	—	+	—
94	<i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos aquae</i> (Witter) Elenk.	—	—	+
95	<i>M. pulverea</i> (Wood) Elenk.	—	—	+
96	<i>M. pulverea</i> f. <i>incerta</i> (Lemm) Elenk.	+	+	+
97	<i>M. pulverea</i> f. <i>delicatissima</i> Elenk.	—	—	+
98	<i>M. grevillei</i> f. <i>rivularis</i> (Hass.) Elenk.	+	—	—
99	<i>Gloeocapsa turgida</i> (Kütz) Hollerb.	+	—	—
100	<i>G. minuta</i> (Kütz) Hollerb.	+	—	—
101	<i>G. limnetica</i> (Lemm.) Hollerb.	—	+	—
102	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	—	+	—
103	<i>Anabaena verrucosa</i> f. <i>major</i> B. Peters.	+	—	—
104	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs.	+	+	+

Л. Е. КОМАРЕНКО

## ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ р. КОЛЫМА

Флора водорослей р. Колыма до настоящего времени никем не изучалась. Приводимые в этой работе некоторые сведения о диатомовых водорослях Колымы, мы полагаем, могут иметь определенный научный интерес, так как флора водорослей северо-востока СССР формировалась в особых экологических условиях сурового Заполярья.

Р. Колыма берет начало на водоразделе хребта Тас-Кыстабыт и образуется от слияния двух рек — Аян-Юрях и Кулу. Общее ее направление с юга на север. В верховьях по гидрологическому характеру Колыма приближается к горному типу рек. Здесь русло ее расположено в гористой местности и имеет значительный уклон. Дальше она протекает более или менее прямолинейно в северо-восточном направлении, а затем довольно резко изменяет свое направление к северо-западу. Ниже впадения р. Зырянка Колыма снова приобретает северо-восточное направление и сохраняет его вплоть до впадения в Восточно-Сибирское море. В среднем течении к правому берегу Колымы подходит Юкагирское плоскогорье; левый, за исключением верховьев, представляет собой чрезвычайно заиленную пойму реки, состоящую из мелкого песка и ила. Ложе реки выложено преимущественно галькой с выходом на отдельных участках скальных пород. От Верхне-Колымска и до устья реки правый берег сложен преимущественно скальными породами, левый берег на этом участке довольно низменный, равнинный, значительно изрезан протоками и озерами. Соответственно различной степени размывания берегов количество взвешенных наносов уменьшается от левого берега к правому. Мутность воды (по наблюдениям 1935—1936 гг.) относительно увеличивается после спада весеннего половодья.

Очень резкое падение температур воды наблюдалось в октябре. В зимний период температура приближалась к 0°С и держалась в этих пределах до начала ледохода. Весной, вслед за паводком, температура воды резко повышалась. Во второй половине мая она достигала 15—18° и в течение лета не претерпевала значительных колебаний. Средняя температура воды в Колыме в июне — сентябре у Средне-Колымска равнялась 10,8°.

Приводимые ниже данные о диатомовых водорослях Колымы получены автором в результате исследования пробы планктона, переданной сотрудниками отдела зоологии Якутского филиала СО АН СССР Н. М. Губановым и В. М. Веселовым.

Указанная проба была взята 21/VIII 1956 г. в р. Колыма у Средне-Колымска при помощи сети из газа № 58. Сеть была протянута в трех метрах от левого берега (на протяжении 8—9 м, на глубине 25 см от поверхности воды) по направлению к правому берегу. Грунт здесь представляет собой мелкую гальку, слегка заиленную.

\* Гидрологическая характеристика р. Колыма дается по данным И. З. Самбуренко [1].



В момент взятия пробы температура воды была 18—20°. Низкая прозрачность воды, наблюдавшаяся в это время, обуславливалась значительным волнением реки.

Результаты исследования указанной пробы позволяют считать флору диатомовых водорослей Колымы сравнительно богатой. В материале определено 155 видов, разновидностей и форм водорослей, распределяющихся по 33 родам (класс *Centricae*—2 рода, класс *Pennatae*—31 род). Свыше 61% видов составляют пресноводные формы (*Eunotia tenella*, *E. praerupta*, *Achnanthes lanceolata*, *Diploneis Boldtiana* и др.), около 24% состава — пресноводно-солонатоводные (*Cocconeis placentula*, *Achnanthes Biasoletti*, *Rhoicosphenia curvata*) и около 15% — солонатоводные виды (*Achnanthes taeniata*, *A. Hauckiana*, *Nitzschia gradifera*, *Diploneis Smithii* и др.). Почти половина найденных в пробе видов (44,5%) — эпифиты и обитатели дна; формы, свойственные как планктону, так и бентосу составляют 33,5% к общему составу видов. Истинно планктонные виды в указанном комплексе диатомовых Колымы существенной роли не играли, они составляли всего около 6,5%.

В видовом отношении наиболее богато в материале был представлен род *Navicula* (30 видов и разновидностей). В основном это представители дна и грунтов, причем половина видов — обитатели пресных вод (*Navicula tridentula*, *N. contenta* f. *parallela* и др.), остальные пресноводно-солонатоводные (*Navicula pupula* var. *rostrata*, *N. cuspidata* var. *ambigua*) и солонатоводные (*Navicula longirostris*, *N. gothlandica*, *N. salinarum*). Доминирующими видами являются *Navicula radiosa*, *N. cryptocephala* и особенно ее var. *intermedia*, *N. lacustris* с f. *capitata*, *N. salinarum* с f. *minima*. Изредка попадались *Navicula subhomulata* var. *parallela*, *N. Wislouchii* var. *curta*, *N. pseudogracilis*. Последние три вида до сего времени указывались лишь для оз. Байкал. Отмечались также очень редкие представители рода *Navicula*, распространение которых до последнего времени в СССР было неизвестно. К таким видам можно отнести *N. salinarum* f. *minima*, указываемую лишь для водоемов Германии, и *Navicula salinarum* f. *capitata* — для водоемов Польши. Единично попался *Navicula simplex*, — вид, в СССР до сего времени находимый лишь в грунтах Амура, а также очень редко в Западной Европе — в Германии. По количеству видов за родом *Navicula* следуют роды *Synedra* и *Nitzschia*.

Род *Synedra* представлен 11 видами и формами, из которых часто встречались такие широко распространенные виды, как *Synedra ulna* с var. *amphirynchus*, *Synedra tabulata*, несколько реже попадались *Synedra amphicephala* S. *acus* и S. *famelica*. Последний считается редким видом, он встречается в оз. Байкал и в водоемах Новой Земли, изредка отмечался в Европе, главным образом в Швейцарии и Швеции.

Следует указать также на *Synedra montana*. Этот редкий и мало изученный вид был найден в Альпах у водопадов, в СССР до сего времени не отмечался. Нахождение его в Колыме подтверждает высказывание отдельных альгологов о том, что *Synedra montana* — холодолюбивый аэрофильный вид.

Из представителей рода *Nitzschia* (11 видов и форм) лишь *N. sublinearis* и *N. capitata* сравнительно часто встречались в исследуемом материале, остальные 9 видов попадались изредка или единично.

В роде *Pinnularia* (10 видов и форм) отмечались в основном пресноводные, широко распространенные в разного типа водоемах формы, лишь *Pinnularia mesolepta*, по-видимому, предпочитает водоемы со щелочной реакцией воды.

Роды *Caloneis* и *Diatoma* представлены холодолюбивыми формами, например *Caloneis Clevei*, предполагается, что это арктический вид. До

сего времени он отмечался в водоемах земли Франца-Иосифа и Шпицбергена. *Diatoma hiemale*, *D. anceps* — также северо-альпийские холодолюбивые виды. Из представителей *Fragilaria* следует указать на *F. bicapitata*, как на сравнительно редкий вид, встречающийся в водоемах Средней Европы и в Альпах, в СССР его находили только в ключах Камчатки, а также на недостаточно изученный вид *Fragilaria Magocsyi*, этот вид до сего времени был известен в ручьях на Камчатке и в Венгрии.

Отмечаемые в нашем материале виды рода *Achnanthes* считаются пресноводно-солонатоводными или характерными для солонатоводных водоемов, например *Achnanthes bottnica*. Этот вид известен в озерах Кругановского п-ва Ленинградской области, кроме того, он встречался в Ботническом заливе. *Achnanthes taeniata* — солонатоводно-морской вид, находимый в солонатовых прибрежных водоемах и устьях рек Европейской и Азиатской части СССР. Заслуживают внимания некоторые виды, относящиеся к роду *Gomphonema*, например, *G. helvetica*. Этот вид встречается редко, до сего времени в СССР он был известен лишь из Амура, в Западной Европе — в Швейцарии.

К редким пресноводным видам относится и *Gomphonema tergestinum*, в СССР его находили только в Оке, известен он также в стоячих водоемах Германии.

Как видим, комплекс диатомовых Колымы в экологическом отношении представляет довольно пеструю картину (бентонические и планктонные, пресноводные и солонатоводные и пр.). С одной стороны, такую неоднородность, как нам кажется, можно объяснить тем, что проба была взята в момент волнения реки, в результате чего бентонические формы некоторое время могли находиться в толще воды. С другой, нахождение в материале солонатоводных и некоторых редких, малоизученных (в СССР неизвестных) форм дает основание полагать, что в природе они распространены гораздо шире, чем было известно до сих пор.

Заслуживает внимания и тот факт, что большинство найденных в пробе видов так или иначе отклоняется от диагнозов (иные размеры, характер и количество штрихов и ребер, очертания клеток и пр.).

Данные, приводимые в настоящей статье, дают лишь общие представления о характере флоры диатомовых водорослей Колымы, однако они в какой-то мере дополняют современные представления о географическом распространении отдельных малоизвестных видов и форм и служат основанием для внесения некоторых корректив как в диагнозы указанных видов, так и в их экологическую характеристику и распространение.

Ниже приводится общий список диатомовых водорослей, найденных в пробе р. Колыма, с указанием их размеров и с примечаниями, включающими описание наблюдавшихся отклонений; список доминирующих в материале видов и рисунки с изображением некоторых форм.

#### Общий список диатомовых водорослей, найденных в пробе на р. Колыма

##### 1. Класс *Centricae*

1. *Melosira varians* Ag. Диам. створок 6—16μ (чаще 10—12μ), выс. 17—24μ (чаще 20—22μ). Никакой структуры на створках не чувствуется, в пробе — часто.
2. *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hust.? Диам. створки 8—9μ, ребер 10—12 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Этот экземпляр отличается от диагноза [2] меньшим диаметром створки.



2. Класс *Pennatae*3. *Tetracyclus* sp. Дл. 20,5μ, шир. 6μ, ребер 3—5 в 10μ.

Примечание. Поперечные ребра грубые, проходят поперек через всю клетку, есть 2 септы, не достигающие до середины клетки (рис. 1, 20).

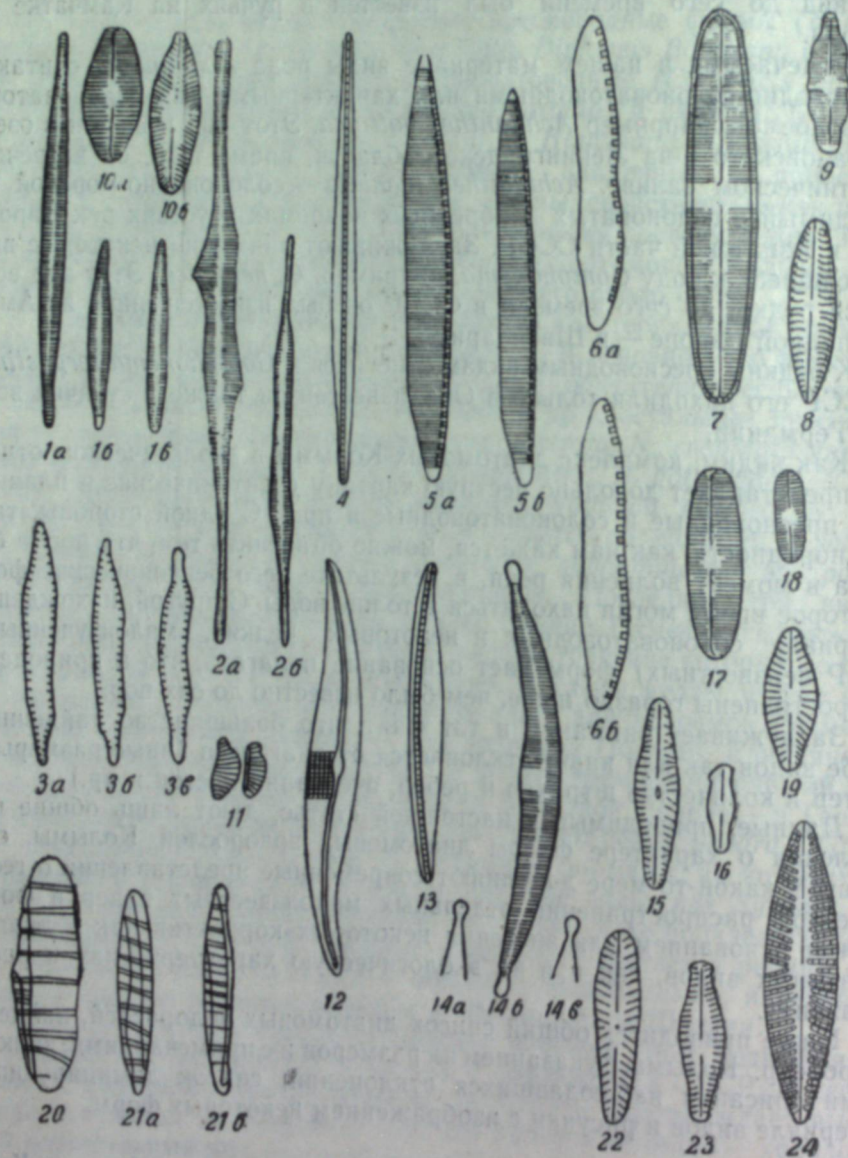


Рис. 1.

1a, 6, 6 — *Synedra lamellica*; 2a, 6 — *S. montana*; 3a, 6, 6 — *S. tabulata*; 4 — *Nitzschia acuta*; 5a, 6 — *N. sublinearis*; 6a, 6 — *N. frustulum* var. *asiatica*; 7 — *Caloneis bacillum*; 8 — *C. Clevei*; 9 — *Stauroneis legumen*; 10a, 6 — *Eucocconeis lapponica*; 11 — *Eunotia tenella*; 12 — *Gyrosigma Kuetzingii*; 13 — *Nitzschia dissipata*; 14a, 6, 6 — *Ceramulata*; 15 — *Navicula arguens*; 16 — *Gomphonema* sp.; 17 — *Navicula subhoracacyclus* sp.; 21a, 6 — *Diatoma elongatum* var. *tenue*; 22 — *Gomphonema tergestinum*; 23 — *G. helveticum*; 24 — *Navicula lanceolata*.

4. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. Дл. 38,5—43μ, шир. 5—8μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — нечасто.  
5. *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz. Дл. 13—18μ, шир. 6μ, септ. 5 в 10μ, в пробе — нечасто.

6. *Meridion circulare* Ag. Дл. 32—72μ, шир. 6—7μ, ребер 5—8 в 10μ, штрихов 15—16 в 10μ, в пробе — нечасто.

Примечание. У некоторых экземпляров ребра нежнее, чем это описано в Определителе пресноводных водорослей [2].

7. *Diatoma elongatum* var. *tenue* (Ag.) V. N. Дл. 19μ, шир. 3,6μ, ребер 6—7 в 10μ, в пробе — нечасто (см. рис. 1, 21a, б).

8. *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib. Дл. 23,5—50μ, шир. 6,5—8μ, ребер на середине створки 4 в 10μ, по краю 6—8 в 10μ, штрихи очень нежные, больше 20 в 10μ, в пробе — нечасто.

Примечание. Встречаются экземпляры мельче (23,5 × 6,5μ), чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2], нежнее ребра (6—8 в 10μ) и штрихи.

9. *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirchn. Дл. 18μ, шир. 3,6μ, ребер 5 в 10μ, штрихи очень нежные, слабо заметные, больше 20 в 10μ, в пробе — редко.

10. *Orephora Martyi* Heib. Дл. 16—28,8μ, шир. 7—8μ, ребер 6—8 в 10μ, в пробе — нечасто.

11. *Fragilaria crotonensis* Kütz. Дл. 38—63,6μ, шир. 3,5—3,6μ, штрихов 16—20 в 10μ, в пробе — нечасто.

12. *Fragilaria capucina* Desm. Дл. 27,5—37μ, шир. 2,5—4μ, штрихов 15—16 в 10μ, в пробе — нечасто.

13. *Fragilaria intermedia* Grun. Дл. 35μ, шир. 4,5μ, штрихов 10 в 10μ (штрихи почти параллельные), в пробе — единично.

14. *Fragilaria bicapitata* A. Mauer. Дл. 13—25μ, шир. 3—5μ, штрихи параллельные 11—15 в 10μ, в пробе — нечасто.

Примечание. У всех отмеченных экземпляров концы клиновидно-головчатые, штрихи несколько грубее, чем указывается в диагнозе, у некоторых экземпляров на середине клетки имеется односторонняя вогнутость (сужение), у других — асимметричность клеток (рис. 2, 7a, б, в).

15. *Fragilaria alpestris* Krasske. Дл. 20μ, шир. 3,5μ, штрихов 13 в 10μ, в пробе — единично.

16. *Fragilaria virescens* var. *oblongella*. Grun. Дл. 16—17μ, шир. 3μ, штрихов 16—17 в 10μ, в пробе — редко.

Примечание. Створка несколько уже, чем дается в диагнозе [2].

17. *Fragilaria pinnata* Ehr. Дл. 34μ, шир. 6μ, штрихи параллельные 8 в 10μ, в пробе — единично.

Примечание. Штрихи несколько грубее, чем в диагнозе, концы слегка оттянутые.

18. *Fragilaria Magoscyi* Lacsny. Дл. 42μ, шир. 4,8—5μ, штрихов 12—15 в 10μ, в пробе — единично.

Примечание. У этого экземпляра створки несколько короче и уже, штрихи грубее, чем он отличается от диагноза [2].

19. *Fragilaria* sp. Дл. 20,5—(23)—25—26μ, шир. 4,8—(5)—6μ, штрихов 10—11 в 10μ, в пробе — редко.

Примечание. В пробе было встречено 3 экземпляра:

1) 25—26 × 6μ, штрихов 10 в 10μ, штрихи слегка радиальные, осевое поле ланцетное, среднего поля нет. Края трехволнистые, к одному концу створка несколько сужена (по-видимому, аномальная клетка) (рис. 2, 6a, б).

2) 23 × 4,8—5μ, штрихов 11 в 10μ, створки гетеропольные, края чуть заметно трехволнистые, штрихи параллельные, осевое поле почти нитевидное, концы закругленные.

3) 20,5 × 4,8—5μ, штрихов 10—11 в 10μ, штрихи слегка радиальные, створки изопольные, края слегка трехволнистые. Указанные экземпляры



приближаются к *Fragilaria inflata* var. *istvanffy* (Pant.) Hust., но отличаются от нее отсутствием расширения на середине створки и более грубыми штрихами. От *Fragilaria construens* var. *triundulata* Reich. отличается отсутствием внезапного сужения к концам створки, а также более грубыми штрихами.

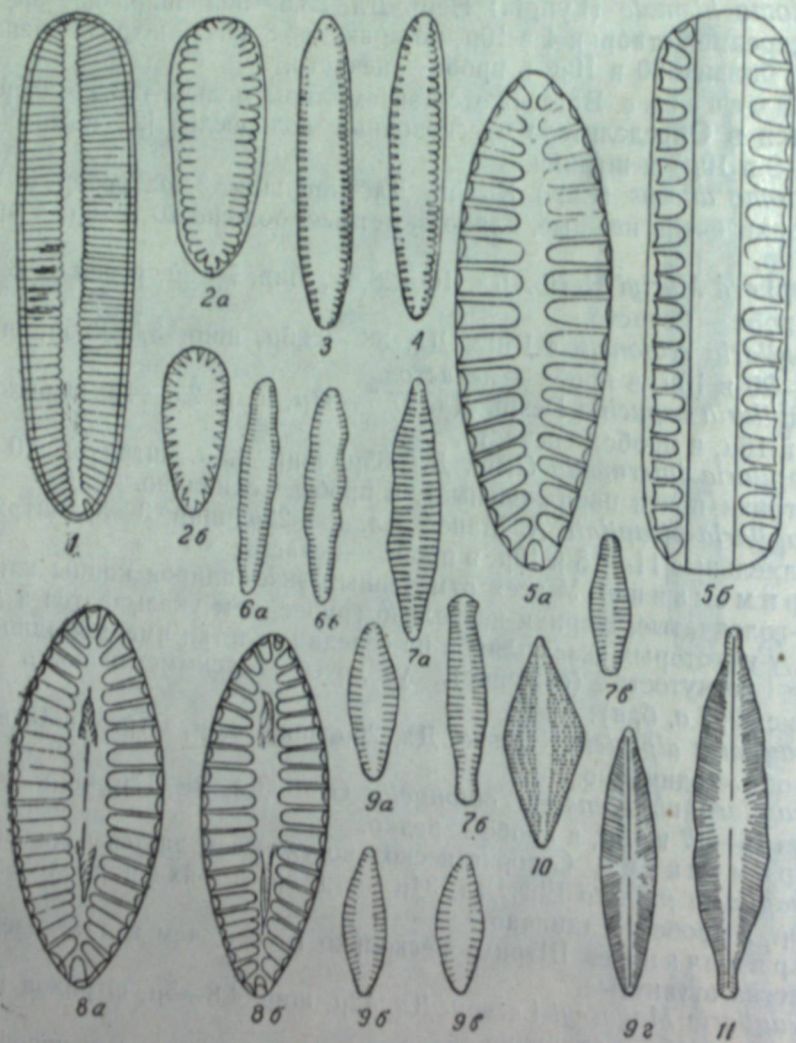


Рис. 2.

1 — *Surirella ovata* var. *pinnata*; 2a, б — *S. ovata* var. *salina*; 3 — *S. angustata*; 4 — *S. angustata* var. *elongata*; 5a, б — *S. linearis*; 6a, б — *Fragilaria* sp.; 7a, б, в — *F. bicapitata*; 8a, б — *Surirella Capronii* var. *hankensis*; 9a, б, в, г — *Achnanthes atacamae*; 10 — *A. bottnica*; 11 — *A. dispar* var. *capitata*.

20. *Ceratoneis arcus* (Ehr.) Kütz. Дл. 40—84μ, шир. 4—5μ, штрихов 16—18) — 20 в 10μ, в пробе — часто.

Примечание. У всех попадавшихся в пробе экземпляров концы слегка или резко головчатые, у некоторых на брюшной стороне створки одностороннего выпуклого поля почти не чувствуется, штрихи идут поперек всей створки. Были встречены клетки, у которых штрихи нежнее, чем указывается в диагнозе [2] (рис. 1, 14 а, б, в).

21. *Ceratoneis arcus* var. *linearis* Holmboe. Дл. створки 63μ, шир. 5μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — редко.

22. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. Дл. 75—450μ (чаще 99—250), шир. 3—6,3 (чаще 6μ), штрихов 8—11 (10) в 10μ, в пробе — часто.
23. *Synedra ulna* var. *amphirynchus* (Ehr.) Grun. Дл. 110—198μ, шир. 4,8—7,5μ, штрихов 11 в 10μ, в пробе — часто.
24. *Synedra ulna* var. *danica* Kütz. Дл. 99—100μ, шир. 6μ, штрихов 11 в 10μ, в пробе — нечасто.
25. *Synedra Goulardtii* var. *telezkoensis* Poretzky? Дл. 32,5—59μ, шир. 4—5μ, штрихов 15—18 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Некоторые экземпляры уже, имеют нежнее штрихи, чем отличаются от диагноза [2].
26. *Synedra amphicephala* Kütz. Дл. 25—60 (27—50)μ, шир. 1,5—4μ, штрихов 11—13 в 10μ, в пробе — часто.  
Примечание. Некоторые створки имеют очень небольшую (1,5μ) ширину, то есть уже, чем указывается в Определителе пресноводных водорослей [2].
27. *Synedra acus* Kütz. Дл. 90—285 (108,8—130)μ, шир. 4—6μ, штрихов 13—14 в 10μ, шир. концов 1,2—1,5μ, в пробе — часто.
28. *Synedra acus* var. *radians* Kütz. Дл. 66—105μ, шир. 2—4μ, штрихов 15—17 в 10μ, в пробе — нередко.
29. *Synedra montana* Krasske? Дл. 32—56μ, шир. 2,4—3,6μ, шир. концов 1,2—2,4μ, штрихи трудно различимы, 16—18 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетки наполовину короче, чем указывается в диагнозе [2], сужение на середине слабее, клетки асимметричные (рис. 1, 2 а, б).
30. *Synedra famelica* Kütz. Дл. 18—36 (19—22)μ, шир. 24—36μ, штрихов 18—25 (18—22) в 10μ, в пробе — часто.  
Примечание. В нашем материале встречались экземпляры значительно мельче (18—22), чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2], с более нежными штрихами и резко головчатыми концами (рис. 1, 1 а, б, в).
31. *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. Дл. 19—50 (20—39)μ, шир. 3,5—7 (3,6—5) μ, штрихов 8—15 (13—15) в 10μ, концы у большинства клеток головчатые, в пробе — очень часто.  
Примечание. У некоторых экземпляров створки слегка изогнутые у одного конца или имеют одностороннюю вогнутость посередине (рис. 1, 3 а, б, в).
32. *Synedra tabulata* var. *acuminata* Grun. Дл. 20,5—26,5μ, шир. 3,6—5μ, штрихов 10—18 (18) в 10μ, в пробе — часто.
33. *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heib. Дл. створок 61μ, шир. 2,4μ, концы — 3,6μ, колонии из 3 клеток, в пробе — нечасто.
34. *Eunotia tenella* (Grun.) Hust. Дл. 6μ, шир. 3μ, штрихов 15—16 в 10μ, в пробе — единично (рис. 1, 11).
35. *Eunotia praerupta* var. *musciicola* Boye P. Дл. 25μ, шир. 9μ, штрихов 13 в 10μ, в пробе — единично.
36. *Eunotia bigibba* Kütz. Дл. 34μ, шир. 10μ, штрихов 13 в 10μ, в пробе — единично.
37. *Eunotia Clevei* Grun. Дл. 85—90μ, шир. 11μ, штрихов 18 в 10μ, штрихи пунктирные, в пробе — единично.
38. *Cocconeis placentula* var. *euglipta* (Ehr.) Cl. Дл. 16,8μ, шир. 8,5μ, поперечных штрихов 25—26 в 10μ, продольных — 23 в 10μ, в пробе — единично.
39. *Eucocconeis lapponica* Hust. Дл. 12—15μ, шир. 6μ, штрихов 23—33 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Была встречена клетка дл. 15 × 6μ с 21—23 штрихами в 10μ, с оттянутыми концами (рис. 1, 10 а, б).



40. *Achnanthes Biosolettiana* (Kütz.) Grun. Дл. 14,5μ, шир. 5μ, штрихов 18—20 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Штрихи несколько грубее и концы менее оттянутые, чем указывается в диагнозе [2].
41. *Achnanthes taeniata* Grun. Дл. 26,5μ, шир. 3—4μ, штрихи нежные, около 30 в 10μ, створки линейные, в пробе — единично (рис. 3, 9).

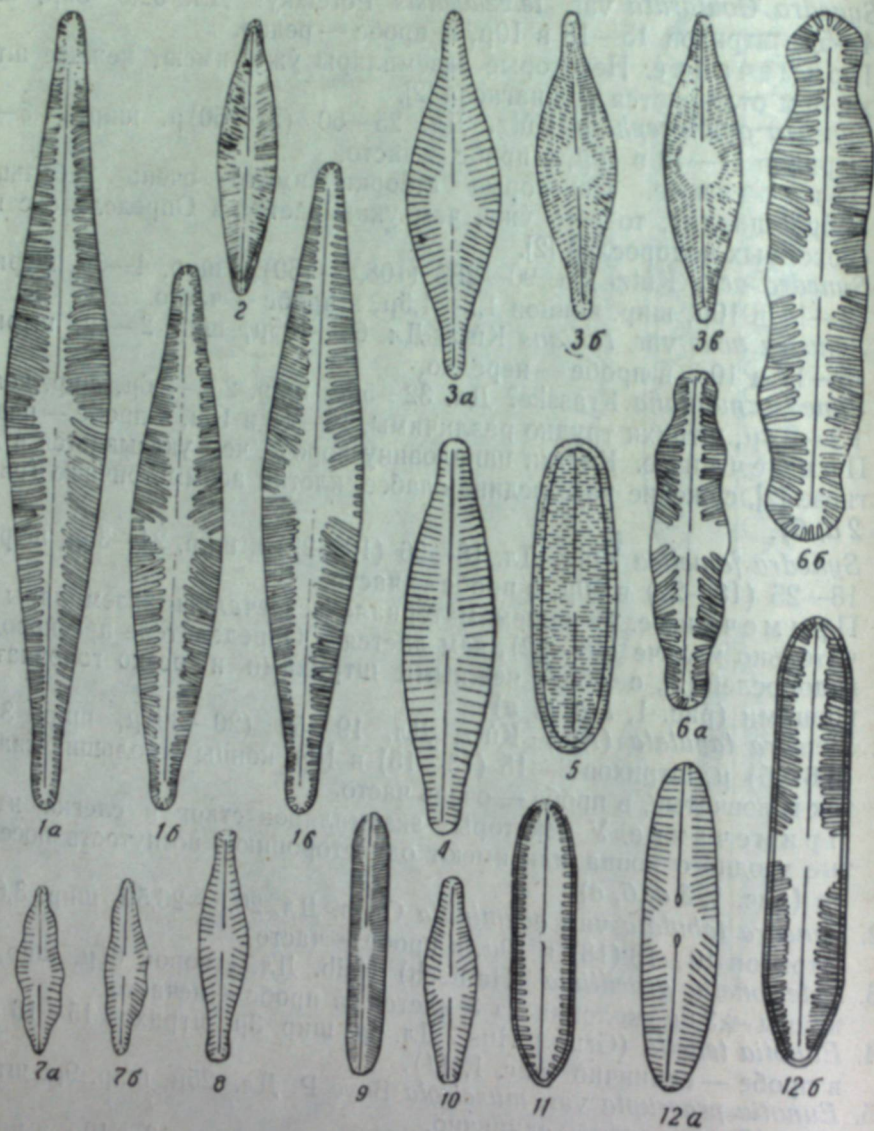


Рис. 3.

1a, б, в — *Navicula radiosa*; 2 — *Stauroneis parvula*; 3a, б, в — *Navicula lacustris* var. *apiculata*; 4 — *N. diluviana*; 5 — *Neidium iridis* var. *diminutum*; 6a, б — *Pinnularia mesolepta*; 7a, б — *Achnanthes dispar* var. *angulata*; 8 — *A. lanceolata* f. *capitata*; 9 — *A. taeniata*; 10 — *A. lanceolata* f. *ventricosa*; 11 — *Pinnularia hemiptera*; 12a, б — *P. microstauron* var. *Brebissonii*.

42. *Achnanthes atacamae* Hust.? Дл. 14,5—28μ, шир. 5—7μ, штрихов 10—18 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Створки от ланцетных до эллиптически-ланцетных, при этом у одних клеток (14,5 × 5μ) штрихов 16—18 в 10μ, штрихи нежнее, чем дается в диагнозе, у других — грубее (10 в 10μ). У некоторых экземпляров створки асимметричные (рис. 2, 9, а, б, в, г).

43. *Achnanthes delicatula* (Kütz.) Grun. Дл. 19μ, шир. 6μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — нечасто.
44. *Achnanthes bottnica* Cl. Дл. 21,5μ, шир. 8,5μ, штрихов 10—11 в 10μ, штрихи грубопунктирные, почти параллельные, концы слегка оттянутые, осевое поле узколинейное. В пробе — единично (рис. 2, 10).
45. *Achnanthes dispar* var. *angulata* Hust. Дл. 17—18μ, шир. 4,8—5,5μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Клетки несколько мельче, чем указывается в диагнозе [2] (рис. 3, 7 а, б).
46. *Achnanthes dispar* var. *capitata* Jasnitsky? Дл. 37—38μ, шир. 8,5—9μ, штрихов 13—14 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Эта форма сочетает признаки трех разновидностей *Achnanthes dispar* — var. *angulata*, *capitata* и *angustissima*. По размерам, количеству штрихов и более оттянутым, слегка головчатым концам подходит к var. *capitata*. Края волнистые, как у var. *angulata*. По общим очертаниям (более ланцетное) приближается к var. *angustissima* (рис. 2, 11).
47. *Achnanthes lanceolata* f. *ventricosa* Hust. Дл. 19μ, шир. 6μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — единично (рис. 3, 10).
48. *Achnanthes lanceolata* f. *capitata* O. Müll. Дл. 21μ, шир. 6μ, штрихов 18 в 10μ, в пробе — единично (рис. 3, 8).
49. *Roicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. Дл. 45,6μ, шир. 10μ, ребер 11 в 10μ, в пробе — редко.
50. *Diploneis Smithii* (Bréb.) Cl. Дл. 26—27μ, шир. 13—14μ, ребер 12 в 10μ, в пробе — редко.
51. *Diploneis Smithii* var. *Pumila* (Grun.) Hust. Дл. 34—64μ, шир. 12—16μ, ребер 10—13 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Отмечавшиеся в нашем материале формы несколько крупнее, ребра (поперечные) грубее, чем в диагнозе [2].
52. *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Näg.) Cl. Дл. 26μ, шир. 7—8μ, ребер 16—18 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Указанные экземпляры несколько уже, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2].
53. *Diploneis Boldtiana* Cl. Дл. 24—25μ, шир. 7μ, ребер 13—15 в 10μ, ребро 25—30 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетки несколько уже, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2].
54. *Diploneis oculata* (Bréb.) Cl. Дл. 15μ, шир. 6μ, ребра очень нежные (пунктирности не чувствуется) 20—24 в 10μ, в пробе — единично.
55. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabenh.) D. T. Дл. 36μ, шир. 8,5μ, штрихи нежные, свыше 30 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Клетки значительно мельче, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2].
56. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* f. *capitata* A. Mayer. Дл. 45—46μ, шир. 10—11μ, штрихи нежные, свыше 30 в 10μ, в пробе — редко.
57. *Frustulia vulgaris* Thw. Дл. 39,6—40μ, штрихов 22—24 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетки несколько короче, чем дается в диагнозе [2].
58. *Stauroneis phoenicenteron* Ehr. Дл. 120μ, шир. 21—26μ, штрихов 16—20 в 10μ, точек 17—18 в 10μ, в пробе — нередко.
59. *Stauroneis anceps* Ehr. Дл. 70—80μ, шир. 16μ, точечных штрихов 20—21 в 10μ, точек 18—19 в 10μ, в пробе — редко.
60. *Stauroneis anceps* f. *gracilis* (Ehr.) Cl. Дл. 24μ, шир. 6μ, штрихов 20 в 10μ, концы оттянутые, среднее поле достигает краев створки, в пробе — редко.



61. *Stauroneis parvula* Grun. Дл. 18μ, шир. 4,8μ, штрихов 18 в 10μ, в пробе — редко (рис. 3, 2).
62. *Stauroneis legumen* Ehrh. Дл. 12μ, шир. 4—4,5μ, штрихи очень нежные, свыше 30 в 10μ, септы короткие, в пробе — единично.  
Примечание. Клетка значительно мельче, штрихи нежнее, чем дается в диагнозе [2] (рис. 1, 9).
63. *Stauroneis Smithii* Grun. Дл. 19,2μ, шир. 6μ, штрихов 28—30 в 10μ, в препарате — единично.
64. *Stauroneis* sp. Дл. 36μ, шир. 8,5μ, штрихов 11—13 в 10μ. Створки ланцетные, суживающиеся к закругленным концам, штрихи радиальные, пунктирности не чувствуются. Среднее поле узкое, расширено до краев створки. Внешне походит на *St. Gregari* Ralfs. (*St. amphioxys* Greg.), но отличается от него меньшими размерами и более грубыми штрихами. В пробе — единично.
65. *Navicula cuspidata* var. *ambigua* (Ehrh.) Grun. Дл. 68,4—79μ, шир. 18—23,8μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — нечасто.
66. *Navicula arguens* Skv.? Дл. 16—17μ, шир. 4—4,5μ, штрихов 12—13 в 10μ, концы почти не оттянутые, в пробе — единично (рис. 1, 15).
67. *Navicula tridentula* Krasske? Дл. 12μ, шир. 3,6μ, штрихи очень нежные, почти не заметные, в пробе — единично.
68. *Navicula bacilliformis* Grun. Дл. 31,2μ, шир. 8—9μ, штрихов на середине 15—16, к краям — 21—22 в 10μ, в пробе — редко.
69. *Navicula contenta* f. *parallela* Boye P. Дл. 7μ, шир. 2,4μ, штрихи очень нежные, свыше 30 в 10μ, в пробе — единично (рис. 1, 18).
70. *Navicula bacillum* Ehrh. Дл. 38μ, шир. 9—10μ, штрихов на середине 12, на концах 14 в 10μ, в пробе — редко.
71. *Navicula bacillum* f. *minor* V. N. Дл. 40μ, шир. 11μ, штрихов 20—22 в 10μ (у концов), в пробе — редко.
72. *Navicula pupula* var. *rostrata* Hust. Дл. 14μ, шир. 4,8μ, штрихов 20—22 в 10μ, штрихи пунктирные, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка по очертанию створки походит на var. *rostrata*, а по размерам приближается к var. *mutata*.
73. *Navicula subhomulata* var. *parallela* Skv.? Дл. 15μ, шир. 6μ, штрихи очень нежные, 25—30 в 10μ, в пробе — редко (рис. 1, 17).
74. *Navicula longirostris* Hust. Дл. 12—15μ, шир. 3,6μ, штрихов на середине створки свыше 30 в 10μ, в пробе — редко.
75. *Navicula Wislouchii* var. *curta* Skv. et Meyer. Дл. 27,6μ, шир. 7,2μ, пунктирных штрихов 10 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Клетка отличается от диагноза [2] меньшими размерами и более грубыми штрихами.
76. *Navicula cryptocephala* Kütz. Дл. 17—24μ, шир. 4,8—6μ, штрихов 17—20 в 10μ, в пробе — часто.
77. *Navicula cryptocephala* var. *intermedia* Grun. Дл. 16—37μ, шир. 5—8,5μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Некоторые экземпляры значительно короче (16—17), чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2], имеют головчатые концы.
78. *Navicula cryptocephala* var. *hankensis* Skv. Дл. 14,2μ, шир. 5μ, штрихов 20—21 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Клетки несколько длиннее и уже, штрихи нежнее, этим отличается от диагноза [2] (рис. 1, 19).
79. *Navicula gohtlandica* f. *minor* A. Cleve. Дл. 41—42μ, шир. 8μ, штрихов 14 в 10μ, на середине и на концах, в пробе — единично.  
Примечание. Клетки узко-ланцетные, чем наши экземпляры отличаются от изображенных в работе [3].

80. *Navicula rhynchocephala* Kütz. Дл. 31—36μ, шир. 9μ, штрихов 14 в 10μ, в пробе — нечасто.
81. *Navicula radiosia* Kütz. Дл. 54—(60—65)—67μ, шир. 8,5—(9,6—10)—10,8μ, штрихов 8—(11—12)—13 в 10μ, в пробе — очень часто.  
Примечание. Некоторые экземпляры имеют более узкие створки и более нежные штрихи. Встретился один экземпляр (62×8,5, штрихов 8—10 в 10μ), у которого среднее поле односторонне расширено, штрихи грубее, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2] (рис. 3, 1 а, б, в).
82. *Navicula gracilis* Ehrh. Дл. 36μ, шир. 8μ, штрихов 12—13 в 10μ, в пробе — нечасто.
83. *Navicula pseudogracilis* Skv. Дл. 27—(30—53)—57μ, шир. 6—(7—7,2)—9,6μ, штрихов 8—(10—11)—11 в 10μ, в пробе — очень часто.  
Примечание. Большинство встреченных клеток имеет меньшие размеры, некоторые экземпляры отличаются большей шириной и более грубыми штрихами (8—10), чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2]. Шов у многих форм по обеим сторонам сопровождается грубыми ребрами.
84. *Navicula salinarum* Grun. Дл. 22,8—25,2μ, шир. 6—6,5μ, штрихов на середине створки 16—17 к концам — 20 в 10μ, штрихи на концах слабо конвергентные, в пробе — нередко.
85. *Navicula salinarum* f. *minima* Kolbe? Дл. 16—19μ, шир. 4,8—8μ, штрихов 10—18 в 10μ, в пробе — нередко.  
Примечание. Некоторые экземпляры отличаются от диагноза [2] меньшими размерами и более грубыми штрихами, другие имеют концы клювовидные или слегка оттянутые, а штрихи на концах слабо радиальные.
86. *Navicula salinarum* f. *capitata* Schulz. Дл. 33μ, шир. 9μ, штрихов 12—14 в 10μ, в пробе — редко.
87. *Navicula falaisiensis* Grun. Дл. 19,2—23μ, шир. 4,8—6μ, штрихов 18—21 в 10μ, в пробе — нередко.  
Примечание. У некоторых клеток концы слегка клиновидные.
88. *Navicula simplex* Krasske? Дл. 18—37μ, шир. 5—9μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Некоторые клетки мельче (18×5μ), чем указывается в Определителе пресноводных водорослей [2], а также имеют головчатые концы.
89. *Navicula anglica* var. *subsalsa* Grun. Дл. 32,5μ, шир. 8—8,5μ, штрихов 13 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Концы резко головчатые, штрихи нежнее, чем в диагнозе, и почти не чувствуется пунктирности.
90. *Navicula diluviana* Krasske. Дл. 35μ, шир. 8,5μ, штрихов 11—13 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Концы более оттянутые, узлы хорошо выражены (рис. 3, 4).
91. *Navicula lanceolata* Ag. (Kütz.) Дл. 26,4—27,2μ, шир. 7—8,5μ, штрихов 11—14 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Клетки несколько короче, чем дается в диагнозе [2]. Некоторые экземпляры (27×8, штрихов 13 в 10μ), по очертанию створки походят на var. *arenaria*, но отличаются от нее меньшими размерами и более грубыми штрихами (рис. 1, 24).
92. *Navicula lacustris* Greg. Дл. 26,4—32,5μ, шир. 8—10μ, пунктирных штрихов 13—15 в 10μ, в пробе — часто.



- Примечание. Формы несколько мельче, чем указывается в Определителе пресноводных водорослей [2].
93. *Navicula lacustris* var. *apiculata* Ostr.? Дл. 26—32μ, шир. 8,5—10μ, штрихов 12—17 в 10μ, в пробе — очень часто.  
Примечание. Формы несколько мельче, количество штрихов варьирует, пунктирность штрихов у некоторых форм едва заметна, концы от клювовидных до головчатых, среднее поле от неопределенного очертания до округлого (рис. 3, 3а, б, в).
94. *Navicula secreta* Krasske? Дл. 36μ, шир. 9—10μ, штрихов 14 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. По очертаниям створки очень похожа на изображенную в атласе А. Шмидта [4], рис. 17, но отличается от нее несколько иными размерами (в атласе — 40 × 8, штрихов по середине 8, по краям — 10—11 в 10μ) и более нежными штрихами.
95. *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W. Sm. Дл. 52,5—48μ, шир. 7—11μ, штрихов 11—13 в 10μ, в пробе — нередко (рис. 3, 6а, б).
96. *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cl. Дл. 72—75μ, шир. 12—13μ, штрихов 13 в 10μ, в пробе — редко.
97. *Pinnularia microstauron* var. *ambigua* Meist. Дл. 26—52μ, шир. 4,8—10μ, штрихов 12—13 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Некоторые экземпляры уже, чем дается в диагнозе [2]. Встречаются отдельные клетки с головчатыми концами.
98. *Pinnularia microstauron* var. *Breissonii* (Kütz.) Hust. Дл. 30—53μ, шир. 8,5—11μ, штрихов 8—15 в 10μ, в пробе — нередко.  
Примечание. Одни клетки имеют более нежные штрихи (15 в 10μ), другие на середине створки имеют более грубые (8 в 10μ) штрихи (рис. 3, 12а, б).
99. *Pinnularia borealis* Ehr. Дл. 34—55μ, шир. 7μ, штрихи грубые, 6 в 10μ, в пробе — редко.
100. *Pinnularia gibba* Ehr. Дл. 75μ, шир. 10—11μ, штрихов 10 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Штрихи у центрального поля короче и более разрежены, чем на концах створки.
101. *Pinnularia gibba* f. *subundulata* A. Mayer. Дл. 53μ, шир. 7—8μ, штрихов 10 в 10μ, в пробе — нечасто.
102. *Pinnularia hemiptera* (Kütz.) Cl. Дл. 27,6μ, шир. 8μ, штрихов 6—7 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Концы почти клиновидные, размеры несколько мельче, штрихи грубее, чем указывается в Определителе пресноводных водорослей [2] (рис. 3, 11).
103. *Pinnularia brevikostata* Cl. Дл. 86,5μ, шир. 12μ, штрихов 7—8 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Среднее поле узкое, односторонне расширено до края створки.
104. *Pinnularia viridis* var. *leptogongyla* (Ehr., Grun.). Дл. 58—60μ, шир. 11μ, штрихов 12 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Штрихи несколько нежнее, чем в диагнозе [2].
105. *Neidium iridis* (Ehr.) Cl. Дл. 52μ, шир. 16—17μ, пунктирных штрихов 18—19 в 10μ, точек 13—14 в 10μ, в пробе — редко.
106. *Neidium iridis* var. *diminutum* (Pant.) Wisl. et Kolbe. Дл. 32,5μ, шир. 8,5μ, штрихов 25—30 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка немного короче, штрихи значительно нежнее, чем в диагнозе [2], поэтому уловить характер их направления трудно. Среднее поле поперечно-овальное (рис. 3, 5).

107. *Caloneis Clevei* (Lagerst.) Cl. Дл. 18μ, шир. 6μ, штрихов 20 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Клетка почти наполовину меньше, чем в диагнозе [2]. Продольных линий, пересекающих штрихи, почти незаметно. Один конец створки клювовидный, второй закругленный (рис. 1, 8).
108. *Caloneis bacillum* (Grun.) Mer. Дл. 36μ, шир. 6μ, штрихов 20—21 в 10μ, в пробе — редко (рис. 1, 7).
109. *Caloneis silicula* var. *baicalensis* Skv. Дл. 45μ, шир. 8μ, штрихов 20—22 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка несколько мельче, штрихи нежнее, чем в диагнозе [2].
110. *Caloneis alpestris* (Grun.) Cl. Дл. 31μ, шир. 8,5μ, штрихов 21—23 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Клетка несколько короче, чем указывается в диагнозе [2].
111. *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. Дл. 78μ, шир. 15μ, у концов 3μ, продольных штрихов около 20 в 10μ, в пробе — нечасто.
112. *Gyrosigma Kuetzingii* (Grun.) Cl. Дл. 69,6—(70—92)—96μ, шир. 11—13μ, поперечных штрихов 20—25 в 10μ, продольных — 24—26 в 10μ, в пробе — очень часто (рис. 1, 12).
113. *Gyrosigma scalproides* (Rabenh.) Cl. Дл. 61—67μ, шир. 10,8—12μ, поперечных штрихов 22—25 в 10μ, продольных — 28—30 в 10μ, в пробе — часто.  
Примечание. Некоторые клетки несколько шире, чем указывается в Определителе пресноводных водорослей [2].
114. *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz. Дл. 16—18μ, шир. 7—8μ, штрихов 16—18 в 10μ, в пробе — редко.
115. *Cymbella prostrata* (Berk.) Cl. Дл. 42—50μ, шир. 13—17μ, штрихов на середине 10 в 10μ, линеол 20—23 в 10μ, в пробе — нечасто.
116. *Cymbella turgida* (Greg.) Cl. Дл. 66μ, шир. 21μ, штрихов 8—10μ, линеол 23—25 в 10μ, в пробе — редко.
117. *Cymbella ventricosa* Kütz. Дл. 12,5—13μ, шир. 4—5μ, штрихов 15 в 10μ, в пробе — редко.
118. *Cymbella ventricosa* var. *hankensis* Skv. Дл. 44,5μ, шир. 14—15μ, штрихов 9 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка несколько крупнее, концы тупо закруглены, штрихи слабопунктирные, на концах параллельные.
119. *Cymbella perpusilla* A. Cl. Дл. 20μ, шир. 4,8μ, штрихов на середине 15—16, у концов 13 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Штрихи на середине нежнее, на концах более разрежены т. е. наоборот, чем указано в Определителе пресноводных водорослей [2].
120. *Cymbella parva* (W. Sm.) Cl. Дл. 50,5μ, шир. 12μ, штрихи линеолированные, 10 в 10μ, в пробе — редко.
121. *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun. Дл. 48—65μ, шир. 15—20μ, пунктирных штрихов 10—11 в 10μ, точек 18—21 в 10μ, в пробе — часто.
122. *Cymbella cistula* var. *arctica* Lagerst. Дл. 76—77μ, шир. 16—17μ, штрихов 11 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Спинной край менее выпуклый, а брюшной менее вогнутый.
123. *Cymbella helvetica* var. *curta* Cl. Дл. 52,8μ, шир. 10,5μ, штрихов 11 в 10μ, в пробе — редко.
124. *Cymbella tumida* (Bréb.) V. N. Дл. 51—52μ, шир. 16—17μ, штрихов 10 в 10μ, точек 20 в 10μ, в центре одна изолированная точка, в пробе — редко.



125. *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) Schmidt. Дл. 100—102μ, шир. 25μ, штрихов 10 в 10μ, точек 13—15 в 10μ, в центральном поле 3 изолированных точки, в пробе — редко.
126. *Gomphonema angustatum* f. *distans* A. Cl. Дл. 24μ, шир. 4,8—5μ, штрихов 11—13 в 10μ, в пробе — редко.
127. *Gomphonema helveticum* Grun? Дл. 13—14μ, шир. 4,8—5μ, штрихов 13—15 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Эта форма значительно короче, изолированной точки не чувствуется (рис. 1, 23).
128. *Gomphonema intricatum* var. *dichotomum* (Kütz.) Grun. Дл. 20μ, шир. 4,8μ, штрихов 13—14 в 10μ, в пробе — редко.
129. *Gomphonema tergestinum* (Grun.) Fricke. Дл. 18μ, шир. 4,8—5μ, штрихов 12—13 в 10μ, в пробе — единично.  
Примечание. Среднее поле слабо выражено, пунктирности штрихов почти не чувствуется (рис. 1, 22).
130. *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz. Дл. 28μ, шир. 5μ, штрихов 12 в 10μ, в пробе — редко.
131. *Gomphonema olivaceum* var. *minutissimum* Hust. Дл. 9μ, шир. 3μ, штрихов 14—16 в 10μ, в пробе — редко.
132. *Gomphonema* sp. Дл. 8,4μ, шир. 3μ, штрихи очень нежные, не поддающиеся подсчету, в пробе — единично (рис. 1, 16).
133. *Epithemia zebra* var. *parcellus* (Kütz.) Grun. Дл. 54μ, шир. 10—11μ, ребер 4 в 10μ, ареол 15—16 рядов в 10μ, в пробе — редко.
134. *Nitzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. Дл. 75—80μ, шир. 8μ, штрихов 20—22 в 10μ, килевых точек 8 в 10μ, в пробе — редко.
135. *Nitzschia amphioxys* var. *subsalsa* Wisl. et Poretzky. Дл. 51—52μ, шир. 6—8μ, килевых точек 6—8 в 10μ, штрихов 17—21 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. По размерам и количеству штрихов подходят к типичной форме, но концы головчатые, загнутые на спинную сторону.
136. *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grun. Дл. 27μ, шир. 4—5μ, килевых точек 8—12 в 10μ, в пробе — единично (рис. 1, 13).
137. *Nitzschia recta* Hantzsch. Дл. 99μ, шир. 6μ, килевых точек 8 в 10μ, штрихи нежные, почти не различимые, в пробе — редко.
138. *Nitzschia sublinearis* Hust. Дл. 27—40μ, шир. 4—5μ, килевых точек 13—15 в 10μ, штрихи очень нежные, едва заметные, в пробе — нечасто.  
Примечание. Некоторые экземпляры значительно короче, чем указывается в диагнозе [2]. (рис. 1, 5 а, б).
139. *Nitzschia acuta* Hantzsch. Дл. 105μ, шир. 5μ, килевых точек 8 в 10μ, штрихи незаметные, в пробе — редко (рис. 1, 4).
140. *Nitzschia capitellata* Hust. Дл. 36—46μ, шир. 4—5μ, килевых точек 11—12 в 10μ, штрихи нежные, едва различимые, около 30 в 10μ, в пробе — нечасто.  
Примечание. Некоторые формы короче, чем указывается в диагнозе [2].
141. *Nitzschia frustulum* var. *asiatica* Hust. Дл. 26,7μ, шир. 3,6—4μ, килевых точек 6—8 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка несколько длиннее, грубее килевые точки (рис. 1, 6 а, б), чем в диагнозе [2].
142. *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. Дл. 18—28μ, шир. 3—4μ, килевых точек 11—12 в 10μ, штрихи нежные, едва заметные, в пробе — редко.

143. *Nitzschia gracilis* Hantzsch. Дл. 54μ, шир. 3μ, килевых точек 15 в 10μ, штрихи очень нежные, свыше 30 в 10μ, в пробе — редко.
144. *Nitzschia gracilis* var. *capitata* Wisl. et Poretzky. Дл. 26,5μ, шир. 3,4μ, килевых точек 11—13 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка несколько короче, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2].
145. *Nitzschia acicularis* W. Sm. Дл. 34,8—50,5μ, шир. 2,5μ, килевых точек 16—18 в 10μ, штрихи очень нежные, в пробе — редко.  
Примечание. Некоторые формы мельче, чем дается в Определителе пресноводных водорослей [2].
146. *Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Sm. Дл. 58,8μ, шир. 3,5μ, килевых точек 10—11 в 10μ, штрихи почти не различимые, в пробе — редко.  
Примечание. Клетки почти прямые, штрихи несколько грубее, чем в диагнозе [2].
147. *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm. Дл. 140μ, шир. в узкой части 20μ, в широкой — 25μ, ребер 8 в 10μ, в пробе — редко.
148. *Surirella biseriata* var. *orientalis* Skv. Дл. 53—54μ, шир. 21μ, ребер 3 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Клетка несколько крупнее, ребра грубее, чем в диагнозе [2].
149. *Surirella linearis* W. Sm. Дл. 38—54μ, шир. 12—16,8μ, ребер 3—4 в 10μ, в пробе — нередко (рис. 2, 5 а, б).
150. *Surirella angustata* Kütz. Дл. 20—35μ, шир. 5—11μ, ребер 6—8 в 10μ, штрихи нежные, едва заметные, в пробе — нечасто (рис. 2, 3).
151. *Surirella angustata* var. *constricta* Hust. Дл. 23μ, шир. 5,5—6μ, ребер 6 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Ребра широкие, хорошо заметные. Сжатие по середине слабо выражено.
152. *Surirella angustata* var. *elongata* Skv. Дл. 23—30μ, шир. 6μ, ребер 6—8 в 10μ, в пробе — часто.  
Примечание. Некоторые формы слегка гетеропольные. Ребра широкие плоские, более выражены к краям створки (рис. 2, 4).
153. *Surirella Capronii* var. *hankensis* Skv. Дл. 39,6—40μ, шир. 15,6—16μ, ребер 4—5 в 10μ, в пробе — редко.  
Примечание. Отличается от диагноза [2] хорошо развитыми на обоих концах створки шипами, значительно меньшими размерами и эллиптическо-ланцетными створками (рис. 2, 8 а, б).
154. *Surirella ovata* var. *pinnata* (W. Sm.) Hust. Дл. 49—50μ, шир. 12μ, ребра широкие 7—8 в 10μ, штрихи почти не различимы. Створки линейно-яйцевидные. Поле широко линейное, в пробе — редко (рис. 2, 1).
155. *Surirella ovata* var. *salina* (W. Sm.) Hust. Дл. 27—28μ, шир. 11—12μ, ребер 6 в 10μ, штрихи очень нежные, в пробе — редко (рис. 2, 2 а, б).

#### Список видов, доминирующих в пробе\*

1. *Melosira varians*.
2. *Navicula radiosa*.
3. *Navicula lacustris* var. *apiculata*.

\* Список форм приводится в порядке убывания их в пробе.



4. *Synedra tabulata*.
5. *Navicula pseudogracilis*.
6. *Navicula cryptocephala*.
7. *Synedra ulna*.
8. *Synedra ulna* var. *amphirynchus*.
9. *Synedra fomesica*.
10. *Synedra acus* var. *radians*.
11. *Gyrosigma Kützingii*.
12. *Gyrosigma scalpoides*.
13. *Cymbella cistula*.
14. *Surirella linearis*.
15. *Surirella angustata* var. *elongata*.

Якутский филиал  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
15/VIII 1959

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. З. Самбуренко. Материалы по гидрологии низовьев реки Колымы. Тр. Аркт. ин-та, т. 105, Л., 1938.
2. М. М. Забелина, И. А. Киселев, А. И. Прошкина-Лавренко, В. С. Шешукова. Определитель пресноводных водорослей СССР, вып. 4, М., 1951.
3. A. Cleve-Euler, Die Kieselalgen des Takernsees in Schweden. Kongl. Sv. Vet. Akad. Handl., ser. III, II, 2, 1932.
4. A. Schmidt, Atlas der Diatomaceekunde, Leipzig, 1874—1937.

С. Д. ТИТОВА, Э. Г. СКРИПЧЕНКО

#### ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ ВЕРХНЕЙ ОБИ В СВЯЗИ С ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВОМ

Целью наших исследований было выявление общей фауны и основных видов паразитов, вызывающих заболевания рыб верхней Оби в районе гидростроительства. Такие исследования помогут более успешному проведению зарыбления водохранилищ, а также помогут понять закономерности формирования паразитофауны в них.

В 1952 г., участвуя в экспедиции Барабинского отделения ВНИОРХ и Томского университета, мы провели исследования рыб в районе Оби от Бийска до Барнаула, в 1955—1956 гг. — в районе Новосибирского водохранилища (деревни Ирмень, Тула, Гуселетово).

Верхняя Обь, которую принято считать от слияния рек, ее составляющих — Бии и Катунь, до устья р. Томь, пересекает предгорную, степную, лесостепную (район Новосибирского водохранилища) и лесную зоны. Физико-географические особенности каждой зоны влияют на гидрологический и химический режим, который, по данным Б. Г. Иоганзена и А. Н. Петкевич [1], довольно благоприятен: прогреваемость воды хорошая, особенно в пойменных озерах, вода пресная, со слабо щелочной или нейтральной реакцией; аэрация в русле одинаковая в течение всего года, только в пойменных водоемах бывает замор.

Планктон и бентос верхней Оби довольно своеобразны. Развитие планктона зависит от грунта, скорости течения, температуры воды и прозрачности. Фитопланктон в русле реки более однообразен, чем в пойменных водоемах; он представлен нитчатками, некоторыми сине-зелеными и зелеными водорослями. Зоопланктон содержит более 50 видов коловраток, 15 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих рачков; в реке преобладают коловратки, в пойменных озерах — ракообразные.

Фитобентос в верхней Оби развит слабо и состоит из диатомовых водорослей. Зообентос гораздо богаче: компонентами его являются личинки ручейников, хирономид, поденок, веснянок, клопы, пиявки, моллюски, малощетинковые черви. Биомасса бентоса в русле больше, чем в пойменных озерах и складывается за счет мелких моллюсков и личинок хирономид [1].

Рыб в верхней Оби насчитывается 28 видов, из них промысловых 10—12: щука, чебак, караси, елец, язь, налим, окунь, стерлядь, осетр, таймень и нельма; последние 4 вида в уловах попадаются редко.

Нами в верхней Оби, в районе Бийск — Барнаул, исследовано 263 экземпляра рыб, относящихся к 15 видам; в районе Новосибирского водохранилища — 367 экземпляров, относящихся к 14 видам. Всего исследовано 16 видов рыб в количестве 629 экземпляров (табл. 1).

Как видно из табл. 1, большинство видов рыб исследовано в том и другом районе в разном количестве, что зависело от попадания их в



Таблица 1

## Количество исследованных и зараженных рыб верхней Оби

Название рыб	Р-н Бийск—Барнаул		Р-н Новосибирского водохранилища	
	исследовано	заражено, %	исследовано	заражено, %
<i>Acipenser baeri</i> Brandt — осетр	4	75,0	16	18,6
<i>A. rutenus</i> Linne — стерлядь	33	39,3	56	35,9
<i>Coregonus lavaretus pidschian</i> — сиг	15	26,6	—	—
<i>Hucho taimen</i> Pallas — таймень	—	—	1	—
<i>Stenodus leucichthys nelma</i> (Palles) — нельма	9	88,8	1	—
<i>Esox lucius</i> (L.) — щука	31	100,0	52	96,0
<i>Rutilus rutilus lacustris</i> — чебак	30	100,0	50	100,0
<i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> — елец	30	100,0	32	87,0
<i>Leuciscus idus</i> (L.) — язь	17	100,0	19	100,0
<i>Carassius carassius</i> (L.) — золотистый карась	8	100,0	26	100,0
<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch) — карась серебрястый	5	100,0	11	27,2
<i>Tinca tinca</i> (L.) — линь	2	+	—	—
<i>Gobio gobio</i> (L.) — пескарь	16	37,5	15	13,3
<i>Perca fluviatilis</i> (L.) — окунь	30	83,3	46	90,1
<i>Acerina cernua</i> (L.) — ерш	30	86,6	17	76,4
<i>Lota lota</i> (L.) — налим	2	—	25	75,0
Всего	262	80,1	367	70,0

уловах; такие виды как осетр и налим чаще встречались в районе Новосибирского водохранилища, сиг же, очевидно, водится только в верховьях. Тайменя, нельмы и линя вскрыто недостаточно. Зараженность рыб верхней Оби составляет в среднем 75%.

В исследованной рыбе в районе Барнаул — Бийск обнаружено 65 видов паразитов, в районе Новосибирского водохранилища — 51 вид (табл. 2).

Таблица 2

## Систематический состав паразитов рыб верхней Оби

Группы паразитов	Количество видов		
	р-н Барнаул—Бийск	р-н Новосибирского водохранилища	всего
Микроспоридии	17	7	17
Микропаразиты	2	2	3
Кокцидии	2	—	2
Инфузории	1	—	1
Моногенетические сосальщики	10	8	11
Дигенетические сосальщики	18	15	19
Ленточные черви	2	6	7
Круглые	9	8	13
Пиявки	—	1	1
Паразитические рачки	4	3	5
Моллюски	—	1	1
Всего:	65	51	80

В составе паразитофауны рыб из обоих исследованных районов много общих видов и только часть свойственна каждому из них. Общая же фауна паразитов рыб верхней Оби насчитывает 80 видов.

## Паразитофауна отдельных видов рыб верхней Оби

Осетр. В верхней Оби встречаются взрослые особи осетра, приходящие для нереста, и молодь в возрасте до 4 лет, питающаяся личинками хирономид, ручейников, поденок. Среди исследованных рыб преобладали молодые, в связи с этим, возможно, и было обнаружено всего 3 вида паразитов: *Piscicola geometra* (18,6%) в районе Новосибирского водохранилища, *Cuccullanus sphaerocephala* и *Nematodes* gen. sp. (larva) в двух экземплярах в районе Барнаул — Бийск.

Стерлядь. Было вскрыто довольно большое количество рыб (см. табл. 1), однако, паразитов в стерляди найдено мало: *Microsporidia* gen. sp. (10,3%) и *Crepidostomum auriculatum* (28,2%) — в районе Новосибирского водохранилища, *Sterliadochona savvini* (15%) и *Cr. anriculatum* (27%) — из верховьев. Таким образом, стерлядь верхней Оби имеет всего 3 вида паразитов. Здесь водится верхнеобская форма, совершающая нерестовые, нагульные и зимовальные миграции в пределах данного участка [1, 2]. Бедность паразитофауны объясняется и составом пищи — личинки ручейников, поденок, хирономид и моллюски.

Слабая зараженность стерляди и отсутствие патогенных видов позволяют рекомендовать ее для зарыбления водоемов.

Сиг. Эта ценная, но редко встречающаяся рыба исследована только из верховьев в количестве 15 экземпляров. В ней обнаружены незрелые цисты *Myxosporidia* gen. sp. (13,2%) и 2 вида нематод: *Camallanus lacustris* (6,6%) и *Rabdochona denudata* (6,6%). Речной сиг вполне может быть рекомендован для заселения водоемов.

Таймень. Обитатель водоемов преимущественно горного типа; в равнинной части верхней Оби в уловах попадает редко. Нами исследован только 1 экземпляр в возрасте 3+ лет весом 950 г в районе Новосибирского водохранилища. Обнаружены незрелые цисты слизистого споровика в почках.

Нельма. Как и осетр, нельма — полупроходная рыба. В верхнюю Обь она приходит для нереста. В районе Новосибирского водохранилища был исследован всего 1 ее экземпляр, в котором найдены незрелые цисты слизистого споровика.

В районе Бийск — Барнаул нами исследовано 9 экземпляров нельмы и обнаружены также незрелые цисты микроспоридий и 3 вида других паразитов (табл. 3).

Следовательно, всего нельма верхней Оби имеет 4 вида паразитов — это значительно меньше, чем в средней и нижней Оби.

С постройкой плотины количество нерестилищ для нельмы в верхней Оби сократится, в связи с чем сократится и ее численность, для предупреждения чего потребуются искусственное воспроизведение стада. Последнее весьма желательно, так как нельма, в отличие от сырка и муксуна, не является носителем опасных для человека паразитов рода *Dipyllobothrium*.

Щука. В районе Новосибирского водохранилища исследовано 52 экземпляра щук. Найдено 20 видов паразитов (табл. 4).

В районе Барнаул — Бийск щука была исследована тоже в боль-

Таблица 3

## Паразитофауна нельмы

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Почки	33,3
<i>Azygia robusta</i>	Кишечник	66,6
<i>Proteocephalus exigyus</i>	Жаберная крышка	88,8
<i>Salmincola nordmanni</i>	Жаберная крышка	44,2



Таблица 4

## Паразитофауна щуки

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаула-Бийск
<i>Myxidium pfeiferi</i>	Почки	5,7	—
<i>M. lieberkūni</i>	Мочевой пузырь	51,3	48,0
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	»	3,8	6,4
<i>Myxosoma dujardini</i>	Стенка кишечника	3,8	38,4
<i>Henneguya psorospermica</i>	Жабры	—	6,4
<i>Glugea anomala</i>	Стенка желудка	9,5	—
<i>Tetraonchus monenteron</i>	Жабры	43,7	67,2
<i>Bucephalus polymorphus</i>	Кишечник	41,8	22,4
<i>Bunodera lucioperoa</i> ...	»	15,2	—
<i>Allocreadium isoporum</i>	Желудок	3,8	—
<i>Azygia lucii</i>	Кишечник	9,5	32,0
<i>Phyllostomum folium</i>	Мочевой пузырь	11,4	25,6
<i>Neascus brevicaudatum</i>	Глаза	28,5	—
<i>Tetracotyle echinata</i>	Почки	5,7	—
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	Кишечник	45,6	41,6
<i>Proteocephalus esocis</i>	Печень, кишечник	35,5	—
<i>Rhaphidascaris acus</i>	Кишечник	5,7	—
<i>Camallanus lacustris</i>	»	15,2	9,6
<i>Philometra abdominalis</i> (?) larva	Полость тела, полость сердца	6,7	0,4
<i>Ergasilus sieboldi</i>	Жабры	5,7	—
<i>Tracheleastes polycolpus</i>	»	9,5	3,2
		5,7	—

шом количестве (31 экземпляр). Среди рассмотренных здесь рыб было больше молодых (18), может быть, поэтому и паразитов найдено меньше (12 видов), но те же, что и в районе водохранилища. Кроме слизистого споровика *Henneguya psorospermica* (6,4%), цисты которого в большом количестве (до 83) находились на жабрах. Зараженность щуки в более южных районах верхней Оби составляет 100%. Общее количество видов паразитов щуки из обоих исследованных районов верхней Оби равно 21 (см. табл. 4).

Как хищник щука через поедание карповых, в особенности язя, ельца и чебака, заражается сосальщиком *Bucephalus polymorphus*; через поедание своей молоди, карповых, окуня, налима и других рыб она заражается ленточным червем *Triaenophorus nodulosus*. Одновременно она является и разносчиком этих паразитов, из которых *T. nodulosus* вызывает тяжелую инвазию рыб — триенофороз.

С эпизоотической точки зрения щука в водохранилище нежелательна. Очевидно, для сокращения популяции щуки нужно своевременно применять меры (уничтожить прибрежную растительность, куда она откладывает икру и производить усиленный вылов взрослых).

**Чебак.** В районе Новосибирского водохранилища исследован в количестве 50 экземпляров. Найдено 14 видов паразитов (табл. 5). Заражение чебака слизистым споровиком *Myxidium pfeiferi* достигает 47% с интенсивностью до 109 цист в почках. Кроме того, на жабрах, в мышцах и внутренних органах много незрелых цист *Myxosporidia*, заражение которыми составляет 74,2%.

В верховьях Оби было исследовано 30 экземпляров чебака и обнаружено 13 видов паразитов (см. табл. 5). Чаще здесь встречается *Bucephalus polymorphus*, очевидно, на этом участке реки (Бийск — Барнаул) больше водится щуки — окончательного хозяина этого сосальщика. Метацеркариями *Opisthorchis felineus* чебак заражен несколько меньше

Таблица 5

## Паразитофауна чебака

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаула-Бийск
<i>Myxidium pfeiferi</i>	Почки	48	52,8
<i>Myxobolus bramae</i>	Жабры	6	6,6
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Жабры, мышцы, внутренние органы	—	—
		74,0	6,6
<i>Dactylogyrus crucifer</i>	Жабры	28	29,7
<i>Diplozoon paradoxum</i>	Жабры	6	19,8
<i>Allocreadium isoporum</i>	Кишечник	10,0	—
<i>Sphaerostomum bramae</i>	»	—	19,8
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Хруст. глаза	10,0	6,6
<i>D. clavatum</i>	Стекл. тело	4	3,3
<i>Neascus musclicola</i>	Мышцы	6,0	—
<i>Bucephalus polymorphus</i>	Жабры	16	46,2
<i>Opisthorchis felineus</i>	Мышцы	16	3,3
<i>Agamonema</i> sp.	Стенка кишечника	4,0	6,6
<i>Contracoecum squalii</i>	Печень	2	—
<i>Rhaphidascaris acus</i>	»	—	3,3
<i>Ergasilus briani</i>	Жабры	—	3,3
<i>Piscicola geometra</i>	Плавники	6	—

(3,3%), возможно, здесь меньше битиний или мест контакта чебака с битиниями. Общая зараженность чебака достигает 100%.

При сравнении паразитофауны чебака исследованных районов видим, что в более южных встречаются *Sphaerostomum bramae*, *Rhaphidascaris acus* и *Ergasilus briani*, которые могут с изменением условий появиться в будущем водохранилище. Общих видов паразитов насчитывается 10. Всего же у чебака верхней Оби 17 видов паразитов.

Как обитатель слабопроточных и стоячих водоемов чебак в водохранилище найдет все необходимые условия и станет одной из промысловых рыб. В связи с тем, что чебак — бентосоядная рыба, зараженность его метацеркариями кошачьей двуустки в Новосибирском водохранилище может усиливаться с увеличением численности битиний. Следовательно, необходимо принять соответственные меры для предупреждения эпизоотии.

**Елец.** В районе Новосибирского водохранилища исследовано 32 экземпляра. Найдено 13 видов паразитов (табл. 6).

Самое большое заражение сосальщиком *Sphaerostomum bramae* (34,1%), очевидно, основную роль в питании ельца здесь играют моллюски.

В районе Бийск — Барнаул исследовано 30 экземпляров ельца и найдено 15 видов паразитов (см. табл. 6). Общих видов с обнаруженными у ельца в районе водохранилища только 6. В более южных частях верхней Оби встречается 9 видов, из них одни редкие (например кокцидии), другие мало распространенные, но или все они, или часть их могут оказаться в Новосибирском водохранилище.

Общая фауна паразитов ельца равна 22 видам.

**Язь.** В районе Новосибирского водохранилища исследовано 19 экземпляров. Обнаружено 11 видов паразитов (табл. 7).

Паразитофауна язя небогата и степень заражения паразитами невелика, кроме метацеркарий *Opisthorchis felineus* (83,2%), на что необходимо



## Паразитофауна ельца

Таблица 6

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Myxidium pfeiferi</i>	Почки	31,0	69,3
<i>Myxobolus bramae</i>	Жабры	6,2	—
<i>M. dispar</i>	Внутр. органы	—	6,6
<i>M. mülleri</i>	Мышцы	12,4	—
<i>Thelohanellus piriformis</i>	Кожа	—	3,3
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Почки, печень, селезенка	27,9	—
<i>Eimeria</i> sp.	Стенка кишечника	—	3,3
<i>Dactylogyrus leucisci</i>	Жабры	21,7	6,6
<i>Diplozoon paradoxum</i>	»	12,4	—
<i>Sphaerostomum bramae</i>	Кишечник	34,1	13,1
<i>Bucephalus polymorphus</i>	Мышцы	—	23,1
<i>Phyllodistomum elongatum</i>	Мочевой пузырь	—	6,6
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Стекл. тело глаза	21,7	9,9
<i>D. clavatum</i>	»	—	13,2
<i>Opisthorchis felineus</i>	Мышцы	6,2	6,6
<i>Tetracotyle</i> sp.	Внутр. органы	6,2	—
<i>Proteocephalus sagitta</i>	Кишечник	6,2	—
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	Печень	6,2	16,5
<i>Rabdochona denudata</i>	Кишечник	9,3	—
<i>Rhaphidascaris acus</i>	Внутр. органы	—	3,3
<i>Agamonema</i> sp.	Стенка кишечника	—	9,9
<i>Tracheleastes polycolpus</i>	Жабры	—	6,6

## Паразитофауна язя

Таблица 7

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Myxidium pfeiferi</i>	Почки	15,6	—
<i>Myxosoma dujardini</i>	Жабры	15,6	—
<i>Myxobolus mülleri</i>	Почки, мышцы	10,4	—
<i>Myxobolus carassii</i>	Стенки кишечника	—	5,9
<i>Myxobolus</i> sp.	Жабры	—	47,2
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Жабры, печень, селезенка	20,8	11,8
<i>Dactylogyrus tuba</i>	Жабры	10,4	47,2
<i>Diplozoon paradoxum</i>	»	—	5,9
<i>Sphaerostomum bramae</i>	Кишечник	15,6	11,8
<i>Allocreadium isoporum</i>	»	10,4	5,9
<i>Bucephalus polymorphus</i>	Мышцы	—	35,4
<i>Phyllodistomum folium</i>	Мочевой пузырь	15,6	5,9
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Глаза	—	5,9
<i>D. clavatum</i>	»	—	5,9
<i>Neascus musclicola</i>	Мышцы	10,4	—
<i>Opisthorchis felineus</i>	»	83,2	29,5
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	Печень	—	5,9
<i>Proteocephalus torulosus</i>	Кишечник	10,4	—
<i>Rhaphidascaris acus</i>	Стенки кишечника	—	5,9

обратить внимание. В Новосибирском водохранилище, нужно полагать, численность битиний увеличится, в связи с чем степень заражения язя личинками *O. felineus* будет большей, чему будут способствовать и биологические особенности язя: нерестует он на разливах и после нереста остается еще на пойме для нагула, усиливая контакт с битиниями. Все это заставляет уже сейчас принять соответственные профилактические меры и, в первую очередь, усилить санитарный надзор в водоемах (не допускать стока фекальных масс, с которыми попадают яйца *O. felineus*).

В районе Бийск — Барнаул, было исследовано 17 экземпляров язя и найдено 14 видов паразитов (табл. 7), из них 6 общих. Только здесь обнаружены личиночные формы паразитов: *Bucephalus polymorphus*, *Diplostomulum spathaceum*, *D. clavatum*, *Triaenophorus nodulosus*, *Rhaphidascaris acus*, для развития которых необходимы окончательные хозяева — водоплавающие птицы и щука. В Новосибирском водохранилище после становления орнитофауны и паразитофауны все эти виды у язя могут развиваться. Общая фауна паразитов язя имеет 19 видов.

Карась золотистый. Исследован в районе Новосибирского водохранилища в количестве 26 экземпляров. Найдено 10 видов паразитов (табл. 8).

Таблица 8

## Паразитофауна карася золотистого

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Myxobolus ellipsoides</i>	Полость тела	7,6	25,0
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Жабры, почки	3,8	—
	Жабры	7,6	—
<i>Dactylogyrus vastator</i>	Жабры	17,4	—
<i>D. anchoratus</i>	»	7,6	—
<i>Diplozoon paradoxum</i>	»	7,6	—
<i>Sphaerostomum bramae</i>	Кишечник	7,6	—
<i>Neascus musclicola</i>	Мышцы	—	37,5
<i>Ligula intestinalis</i>	Полость тела	38,0	—
<i>Lernea cyprinacea</i>	Жабры	17,4	—
<i>Glochidium</i>	»	11,4	—

Среди паразитов обнаружен опасный для молоди жаберный сосальщик *Dactylogyrus vastator*, которого нужно иметь в виду в будущем водохранилище, так как численность карася увеличится. Имеет рыбохозяйственное значение и ремнец — *Ligula intestinalis*, заражение которым карася довольно значительное — 38,0%.

В районе Барнаул — Бийск было вскрыто 8 экземпляров карася золотистого и найдено 2 вида паразитов (см. табл. 8), из которых *Neascus musclicola* не был обнаружен в районе Новосибирского водохранилища. Общая фауна паразитов карася золотистого верхней Оби состоит из 10 видов, из них 6 видов с прямым циклом развития, 3 вида имеют промежуточных хозяев: моллюсков (*Sphaerostomum bramae*, *Neascus musclicola*) и низших рачков (*Ligula intestinalis*).

Состав паразитов говорит о смешанном питании карася золотистого, но основными компонентами его пищи, очевидно, являются ветвистоусые и веслоногие рачки, на что указывает значительный процент заражения ремнецом.

Карась серебристый. В районе Новосибирского водохрани-



лица исследован в количестве 11 экземпляров, из которых только 3 заражены (27,2%). Найдено 2 вида паразитов (табл. 9).

Таблица 9

## Паразитофауна карася серебристого

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Sphaerospora carassii</i>	Жабры	—	20
<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	»	9	10
<i>D. intermedius</i>	»	—	20
<i>Sphaerostomum bramae</i>	Кишечник	18	—
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Глаза	9	—

Несколько сильнее он заражен в южных частях верхней Оби, где нами вскрыто 5 экземпляров и найдено 3 вида паразитов.

Общая фауна паразитов карася серебристого состоит из 5 видов. Наиболее опасный из них — *D. spathaceum*, его нужно иметь в виду в Новосибирском водохранилище, где карась будет более многочислен.

Линь. За неимением в уловах исследован только в количестве 2 экземпляров из пойменного озера недалеко от Барнаула. Паразитофауна его небогатая: *Dactylogyrus macrocanthus* на жабрах, *Asymphylogora tincae* и *Rabdochona denudata* в кишечнике, *Eustrongylides* sp. (larva) в стенке кишечника и *Ergasilus sieboldi* на жабрах. Количество паразитов в одном экземпляре — 1, в другом — 4, что, очевидно, связано с ограниченностью кормовой базы.

Эта ценная рыба весьма желательна в водохранилище.

Пескарь. В районе Новосибирского водохранилища исследовано 15 экземпляров пескаря. Обнаружен только один вид паразитов *Myxidium Pfeifferi* в почках 2 рыб; интенсивность заражения 1—4 экземпляра.

Несколько больше видов обнаружено у пескаря из верховьев Оби, где при исследовании 16 экземпляров найдено 4 вида: *Muxobolus cycloides* на жаберных крышках (6,2%), *Eimeria* sp. — в селезенке (6,2%), *Vicephalus polymorphus* в мышцах (12,4%), *Phyllodistomum elongatum* в мочеточниках (6,2%). Всего в фауне паразитов пескаря насчитывается 5 видов. Указанные паразиты из южных районов вполне могут оказаться и в водохранилище, особенно такие распространенные, как *V. polymorphus* и *Ph. elongatum*. Кокцидии же относятся к числу редких, но опасных.

Пескарь — промысловая рыба и хозяйственного значения не имеет, а как источник инвазии он нежелателен в водохранилище.

Окунь. В районе водохранилища исследован в количестве 46 экземпляров. Найдено 12 видов паразитов (табл. 10).

Наиболее высокий процент заражения окуня личинками *D. spathaceum* и специфичными для него паразитами *Bunodera lucioperca* и *Camallanus lacustris*. Окунь — озерно-речная рыба; во всей Оби является промысловой; окунь бентосоядный, но уже в возрасте 1+ лет начинает питаться рыбой.

В районе Барнаул — Бийск исследовано 30 экземпляров окуня. Найдено 11 видов паразитов (табл. 10). Обнаруженные в верховьях *Myxosoma dujardini* и *Azygia lucii*, как наиболее распространенные, могут развиваться у окуня и в водохранилище. Общая фауна паразитов окуня равна 16 видам.

Таблица 10

## Паразитофауна окуня

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Myxosoma dujardini</i>	Жабры	—	23,1
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	»	13,2	19,8
<i>Trichodina urinaria</i>	Мочевой пузырь	—	3,3
<i>Ancyrocephalus paradoxum</i>	Жабры	—	3,3
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Хрусталик	30,8	6,6
<i>D. clavatum</i>	Стекл. тело	4,4	3,3
<i>Vicephalus polymorphus</i>	Кишечник	6,6	—
<i>Bunodera lucioperca</i>	»	41,8	19,8
<i>Tetracotyle percae fluviatilis</i>	Стенка кишечника	8,8	3,3
<i>Azygia lucii</i>	Кишечник	—	3,3
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	Печень	11,0	6,6
<i>Proteocephalus percae</i>	Кишечник	4,4	—
<i>Phaphidascaris acus</i>	»	6,6	—
<i>Camallanus lacustris</i>	»	13,8	46,2
<i>Ichthiobronema conoura</i>	»	8,8	—
<i>Ergasilus sieboldi</i>	Жабры	6,6	—

Ерш. Исследовано в районе водохранилища 17 экземпляров ерша. Обнаружено 9 видов паразитов (табл. 11).

Таблица 11

## Паразитофауна ерша

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.	Жабры	—	9,9
<i>Plisthophora acerina</i>	Стенка кишечника	—	9,9
<i>Dactylogyrus amphibothrium</i>	Жабры	23,2	29,7
<i>Phyllodistomum pseudofolium</i>	Мочеточник	—	3,3
<i>Diplostomulum spathaceum</i>	Хруст. глаза	29,0	3,3
<i>D. clavatum</i>	»	—	3,3
<i>Tetracotyle ovata</i>	Печень	5,8	16,5
<i>T. echinata</i>	Плавн. пузырь	—	9,9
<i>Triaenophorus nodulosus</i>	»	11,6	13,2
<i>Proteocephalus cernua</i>	Кишечник	5,8	—
<i>Camallanus lacustris</i>	»	17,4	—
<i>Capillaria brevispicula</i>	»	—	3,3
<i>Ichthiobronema conoura</i>	»	5,8	—
<i>Rabdochona denudata</i>	»	—	23,1
<i>Eustrongylides</i> sp.	Полость тела	11,6	—
<i>Agamonema</i> sp.	Печень	29,0	—
<i>Ergasilus sieboldi</i>	Жабры	—	6,6

В районе Барнаул — Бийск было исследовано 30 экземпляров ерша. Найдено 12 видов паразитов (см. табл. 11), из них только 4 общих с найденными в районе Новосибирского водохранилища.

Всего, таким образом, паразитофауна ерша верхней Оби состоит из 17 видов, среди которых есть патогенные: *D. spathaceum*, *T. ovata*, *T. nodulosus*, *Ergasilus sieboldi*. Наиболее высок процент заражения ерша личинками *D. spathaceum*.



Принимая во внимание небольшую промысловую ценность ерша и значительную зараженность его паразитами, которые делают его источником инвазии для более ценных рыб и птиц, считаем, что пребывание ерша в Новосибирском водохранилище нежелательно, в связи с чем необходимо принимать меры для снижения его численности.

Налим. Исследовано 15 экземпляров. Зараженность его в районе водохранилища составляет 75%. Найдено 4 вида паразитов (табл. 12).

Таблица 12

## Паразитофауна налима

Название паразитов	Локализация	Экстенсивность заражения, %	
		р-н Новосибирского водохранилища	р-н Барнаул-Бийск
<i>Glugea anomala</i>	Стенка кишечника, стенка желудка	63,0	+
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (larva)	Печень	72,6	+
<i>Camallanus lacustris</i>	Кишечник	13,2	—
<i>Ichthyobronema conoura</i>	Желудок	13,2	—

В районе Барнаул — Бийск вскрыто только 2 экземпляра налима, в которых найдено 2 вида паразитов. В печени одного налима было 7 плеврококцидов *T. nodulosus*, в стенке кишечника обоих налимов — огромное количество цист микроспоридий (более 300).

В верхней Оби, по сообщению Б. Г. Иоганзена, налим растет хуже, чем в других реках Сибири, питается плотвой, мелким окунем, молодыми щуками, нельмой и другими рыбами, а также донными беспозвоночными животными. Хищный образ жизни не сказывается на его паразитофауне, так как он питается молодью рыб, которая слабо заражена. Больше сказывается влияние пищи планктонной, в которой преобладают низшие рачки — промежуточные хозяева ленточного червя *Triaenophorus nodulosus*; личинкой этого червя налим заражается сильно (до 72 экземпляров в одной печени) и во всех частях верхней Оби. В водохранилище он нежелателен не только с ихтиологической, но и с паразитологической стороны, а поэтому необходимо своевременно принять меры к уменьшению его численности.

## Выводы

1. В верхней Оби при исследовании 629 экземпляров рыб, относящихся к 16 видам, обнаружено 80 видов паразитов, из них в районе Новосибирского водохранилища — 51 вид, в более южных — 65. Степень заражения рыб равна 75%.

2. Фауна паразитов верхней Оби довольно разнообразна: в ней имеются простейшие (23 вида), моногенетические (11) и дигенетические (19) сосальщики, ленточные (7) и круглые (13) черви, пиявки (1), паразитические рачки (5) и моллюски (1).

3. Количество видов паразитов, найденных у отдельных рыб, неодинаковое: наибольшее — у щуки (21 вид), ельца (22), язя (19), чебака (17), ерша (17) и окуня (16); наименьшее — у осетра (3), стерляди (3) и сига (3).

4. Среди найденных паразитов некоторые имеют элизоотическое значение — *Dactylogyrus vastator*, *Diplostomulum spathaceum*, *Ligula in-*

*testinalis*, *Triaenophorus nodulosus*, *Ergasilus sieboldi*, инвазия которыми в водохранилище может усилиться. Особенно опасен для рыб *T. nodulosus*.

5. С паразитологической точки зрения некоторые виды рыб в водохранилище нежелательны: щука как разносчик триенофороза, налим и ерш как источники нескольких заболеваний рыб. Для предупреждения инвазий необходимо сокращать численность этих рыб.

6. Эпидемиологическое значение имеет *Opisthorenis felineus*, метацикории которого обнаружены в чебаке, ельце и язе. Это вызывает необходимость проведения срочных мер для предупреждения заболевания среди населения.

7. При формировании паразитофауны рыб Новосибирского водохранилища исходными являются паразиты в первую очередь района затопления, где обнаружено 24 вида с прямым и 27 со сложным циклом развития.

В первые годы, с увеличением водной площади, когда плотность рыб и биомасса планктона и бентоса уменьшатся, произойдет качественное и количественное обеднение фауны паразитов той и другой группы. В дальнейшем она станет богаче, а зараженность рыб отдельными видами и прежде всего видами с прямым циклом развития будет усиливаться.

Фауна паразитов обогатится и за счет паразитов рыб, пересаженных в водохранилище для акклиматизации (рипус, лещ, сазан).

Томский  
государственный университет

Поступила в редакцию  
13/XI 1959

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Г. Иоганзен, А. Н. Петкевич. Гидробиологическая и рыбохозяйственная характеристика верхней Оби в связи с гидростроительством. Тр. пробл. и тематич. совещ. ЗИН АН СССР, вып. VII, 1957.
2. А. Н. Петкевич, Б. Г. Иоганзен. Перспективы рыбного хозяйства верхней Оби в связи с гидростроительством. Изв. ВНИОРХ, т. XVII, 1958.



Ю. З. КУЛАГИН

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА ЛИСТЬЕВ  
РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ БЕРЕЗЫ

Береза бородавчатая и береза пушистая являются основными лесообразующими видами берез на обширных пространствах таежной, лесостепной и отчасти степной зон как Европейской, так и Азиатской частей СССР. К настоящему времени получены разносторонние сведения по распространению, лесоводственным свойствам, эколого-биологическим особенностям роста, развития и размножения, по систематике этих двух видов берез. Однако этих сведений не всегда достаточно при лесовосстановительных работах, лесозащитном лесоразведении, в работах по озеленению городов и поселков, особенно в суровых зонально-климатических условиях лесостепи и степи Западной Сибири.

Дальнейшее изучение биологии березы, по нашему мнению, необходимо проводить в плане углубленного сравнительного эколого-физиологического анализа различных форм и разновидностей ее. Попытку работы в таком направлении мы предприняли в данной статье, считая, что выяснение эколого-физиологических особенностей водного режима листьев некоторых форм березы позволит в какой-то степени приблизиться к решению ряда сложных вопросов. К таким вопросам относятся, во-первых, уточнение характера генетических взаимоотношений между березой бородавчатой и березой пушистой с некоторыми ее формами, во-вторых, объяснение причин высокой приспособляемости форм, производных от северной пушистой березы, на юге в лесостепи и степи с засушливым климатом и засоленными почвами и, в-третьих, разработка рациональных основ полезащитного лесоразведения в трудных лесорастительных условиях с засушливым континентальным климатом.

В настоящее время принято разделять белую березу Линнея (*Betula alba* L.) на два самостоятельных вида — березу бородавчатую (*Betula verrucosa* Ehrh.) и березу пушистую (*Betula pubescens* Ehrh.) [1, 2]. Целесообразность и обоснованность выделения этих двух видов березы поддерживаются большинством исследователей [2—6]. Однако некоторые авторы [7] склонны считать эти два вида лишь экологическими формами. В результате исследований [4, 5, 3] в природе установлено большое количество промежуточных форм между березой пушистой и березой бородавчатой. Возникновение этих форм объясняется гибридизационными процессами [4, 8, 9]. Но в настоящее время нет достаточно полного и общепринятого разделения данных двух видов на разновидности и формы, что видно, например, при просмотре и сопоставлении таких сводных работ, как «Флора СССР» [1] и «Деревья и кустарники СССР» [2]. Тем не менее можно считать достаточно твердо установленной значительно меньшую полиморфность березы бородавчатой в сравнении с березой пушистой.

По мнению О. И. Кузнецовой [1], береза бородавчатая не имеет четко выраженных разновидностей и форм. Б. Н. Замятин [2] приводит перечень и краткие характеристики 6 форм, производных от березы бородавчатой, но эти формы, за исключением пурпуrolистой и карельской, выделены по признаку внешнего облика крон. А. А. Шахов [10] также рассматривает березу бородавчатую как слабо варьирующий по своим признакам вид. Согласно взглядам В. Л. Комарова [9], поддерживаемым рядом авторов [5, 6, 8], береза бородавчатая является основным видом, а береза пушистая — от нее производным. Это связано с тем, что береза бородавчатая филогенетически более древний и, следовательно, более константный вид с установившимися признаками, а береза пушистая — филогенетически более молодой вид, находящийся в процессе формирования и поэтому легче изменяющийся под влиянием условий произрастания. Кроме того, значительно большую полиморфность березы пушистой можно объяснить особенностями природной гибридизации. Дело в том, что береза бородавчатая цветет на несколько дней раньше березы пушистой [4, 5] и поэтому, как указывает Б. В. Гроздов [5], может дать лишь внутривидовые скрещивания, тогда как береза пушистая, частично опыляясь пылью первого вида, дает с ним межвидовые гибриды.

Из всего изложенного выше следует, что полиморфизм березы является весьма сложным и недостаточно изученным вопросом. Учитывая это, а также вообще крайне слабую эколого-физиологическую изученность березы, мы предприняли попытку на основе фактического материала, полученного в течение 1958 г. в Ильменском государственном заповеднике (находящемся в северной части восточных предгорий Южного Урала), выяснить некоторые физиологические особенности листьев березы бородавчатой и березы пушистой с ее двумя формами — округлолистной и ромболистной.

Мы определили следующее: 1) общее содержание воды высушиванием навески листьев при 100—105°С; 2) содержание свободной воды по методу А. Ф. Маринчик [11], причем применяли 30% раствор сахаразы; 3) содержание связанной воды — по разности между общей и свободной; 4) содержание осмотически-связанной воды — по гидратации клеточного сока, исходя из того, что гидратация клеточного сока близка к гидратации сахаразы в изотонической с ним концентрации; эта величина гидратации, выраженная в процентах от общего запаса воды, и представляет количественное содержание осмотически-связанной воды; 5) содержание коллоидно-связанной воды — по разности между всей связанной водой и осмотически-связанной; 6) концентрацию клеточного сока — при помощи рефрактометра ИРФ-22; 7) сосущую силу — по методу Н. А. Максимова и Н. С. Петина [12]; 8) водоудерживающую способность листьев — путем высушивания в комнатных условиях в течение 30 часов и вычисления оставшейся воды в процентах к первоначальному количеству воды в листе. Все показатели определяли в 6—10-кратной повторности. Содержание воды дано в процентах к сырому весу листьев.

Исследовались нормально развитые, плодоносящие 40-летние березы, взятые в качестве средних модельных деревьев из соответствующих типов древостоя. Для анализа во всех случаях брались листья с побегов из средней кроны с южной стороны. В пробу не включались листья текущего прироста в связи с тем, что они имели календарный возраст, а брались средние по размерам и типичные по форме здоровые листья с прироста предшествующего года, возникшие из перезимовавших почек. Тщательный подбор листьев в пробу является необходимым условием для получения сопоставимых результатов по анализируемым деревьям.



Пробы листьев брались в утренние часы, обычно в 6—7 часов, сразу же после исчезновения с их поверхности росы.

Прежде всего представлялось необходимым выяснить, какие различия в водном режиме листьев характерны для березы бородавчатой и пушистой, представленных типичными формами в наиболее характерных для них местообитаниях. Береза бородавчатая была взята из смешанного березово-соснового леса с орляково-разнотравным покровом на глубокой свежей темно-серой лесной почве, а береза пушистая — из березняка лабазниково-осокового, произрастающего на сырой низинной торфяниковой почве.

Состояние водного режима листьев березы бородавчатой и пушистой показано в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	4 июня		19 июня		4 июля		19 июля	
	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.
Общее содержание воды, %	74,7	75,5	69,7	72,8	65,9	67,7	64,8	67,5
Свободная вода, %	13,3	19,2	13,8	10,8	12,3	8,3	8,3	5,6
Осмотически-связанная вода, %	5,0	4,6	4,3	4,2	4,5	4,5	5,0	4,7
Коллоидно-связанная вода, %	56,4	51,7	51,6	57,8	49,1	54,9	51,5	57,2
Концентрация клеточного сока, %	10,9	10,1	10,1	9,2	11,7	10,7	12,7	11,4
Сосущая сила, атм	14,0	11,4	21,3	20,6	20,5	17,8	20,7	21,5
Водоудерживающая способность, %	19,8	44,1	19,0	43,1	25,1	54,5	31,9	39,3

Примечание. б. б. — береза бородавчатая; б. п. — береза пушистая.

Из табл. 1 следует, что береза пушистая, по сравнению с березой бородавчатой, имеет несколько большую общую обводненность, большее содержание коллоидно-связанной воды, пониженное содержание свободной и осмотически-связанной воды, пониженную величину концентрации клеточного сока и сосущей силы, большую водоудерживающую способность листьев. Необходимо заметить, что в начале июня в листьях березы пушистой содержится несколько больше свободной воды и меньше коллоидно-связанной воды, чем в березе бородавчатой. Это обусловлено тем, что весна 1958 г. отличалась холодной погодой и листья березы развернулись не в начале мая, как в обычные годы, а с запозданием — в конце мая. Листья березы бородавчатой развернулись 20—22 мая, а листья березы пушистой и ее округлолистной и ромболистной форм — 27—28 мая. В связи с этим в начале июня листья березы пушистой находились еще в фазе формирования и энергичного роста, что естественно и наложило отпечаток на содержание свободной и связанной воды [13].

Чтобы нагляднее представить фракционный состав воды в листе, мы приводим табл. 2, где дано относительное содержание различных форм воды в листе березы, вычисленное в процентах от общего содержания воды в листе.

Таблица 2

Показатели	4 июня		19 июня		4 июля		19 июля	
	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.	б. б.	б. п.
Общее содержание воды, принятое за 100%	100	100	100	100	100	100	100	100
Свободная вода	17,8	25,4	19,8	14,8	18,6	12,2	15,2	8,3
Осмотически-связанная вода	6,6	6,1	6,1	5,8	6,8	6,6	7,7	6,9
Коллоидно-связанная вода	75,6	68,5	74,1	79,4	74,6	81,2	77,1	84,8

Данные табл. 2 еще более ярко показывают различия двух рассматриваемых видов березы по содержанию в их листьях различных форм воды.

Обращает на себя внимание заметно повышенная водоудерживающая способность листьев березы пушистой в сравнении с березой бородавчатой. Пониженной водоудерживающей способности листьев березы бородавчатой способствует затенение пологом древостоя, так как листья в этих условиях формируются утонченными, с слабо развитым эпидермисом и кутикулой. Листья же березы пушистой при том же затенении в меньшей степени изменяют свою структуру, и в то же время специфические особенности торфяно-болотной почвы оказывают влияние на структурообразовательные процессы, приводящие к некоторой ксерофилизации. (Это было показано нами в специальной работе [14]). Но даже у березы бородавчатой с вырубki, где листья сформированы при прямом солнечном освещении и отличаются сильно развитыми эпидермисом и кутикулой, водоудерживающая способность листьев не превышает водоудерживающую способность листьев березы пушистой, сформировавшихся в условиях затенения, а при усилении иссушающих факторов (19 июля) падает в заметно большей степени, чем у березы пушистой. В табл. 3 показана водоудерживающая способность листьев березы бородавчатой, взятой с вырубki, и березы пушистой, взятой в лесу. Заметное снижение водоудерживающей способности листьев 19 июля в сравнении с предшествующими сроками определений обусловлено повышенной температурой воздуха и пониженной относительной влажностью в лабораторном помещении, где проводились определения. Если 4/VI, 19/VI и 4/VII температура воздуха была 20—22°, а влажность 43—46%, то 19/VII температура равнялась 28°, а влажность упала до 38%.

Таблица 3

Порода, участок	4/VI	19/VI	4/VII	19/VII
Береза бородавчатая с вырубki на свежей темно-серой лесной почве	42,7	43,6	50,0	24,9
Береза пушистая из березняка лабазниково-осокового с сомкнутостью крон — 0,7	39,2	43,1	54,5	39,3

Таким образом, водоудерживающая способность листьев березы пушистой даже и в этих условиях оказывается достаточно высокой и в некоторых случаях превышает водоудерживающую способность листьев березы бородавчатой. Это обуславливается как влиянием защитных наружных покровов, так и большим содержанием коллоидно-связанной воды. Большое значение биокolloидов, их гидрофильности и количества для водоудерживающей способности листьев березы подчеркивалось в ряде работ [10, 15, 16].

По мнению ряда авторов [1—3], округлолистная и ромболистная формы являются производными от березы пушистой. В связи с этим логично поставить вопрос о различиях того же характера между этими двумя формами, с одной стороны, и березой бородавчатой, с другой, по физиологическому состоянию их листьев. Очевидно, что необходимым условием для выявления различий в физиологии листьев берез является совместное произрастание на одном и том же участке. На всех обследованных участках береза бородавчатая представлена формами, очень близкими или полностью совпадающими с типичной формой (*f. typica*); поэтому мы во всех случаях будем сопоставлять различные формы березы пушистой с одной и той же формой березы бородавчатой.



Состояние водного режима листьев березы бородавчатой и ромболистной формы березы пушистой на свежей дерново-подзолистой почве (20/VII 1958 г.) показано в табл. 4.

Таблица 4

Порода	Общее содержание воды, %	Свободная вода, %	Осмотически-связанная вода, %	Коллоидно-связанная вода, %	Концентрация клеточного сока, %	Сосушая сила, атм	Водоудерживающая способность, %
Береза бородавчатая	61,5 100	9,9 16,1	5,2 8,4	46,5 75,5	14,4	23,4	20,0
Береза ромболистная	64,1 100	8,8 13,7	5,0 7,8	51,0 78,5	13,0	22,3	24,3

Примечание: В числителе — содержание воды в % от сырого веса листа, в знаменателе — содержание воды в % от общего содержания воды, принятого за 100%.

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что ромболистная форма березы пушистой отличается по физиологическому состоянию своих листьев от березы бородавчатой так же, как и типичная форма березы пушистой.

Такого же рода различия наблюдаются между березой бородавчатой и округлолистной формой березы пушистой при их совместном произрастании на весьма бедной питательными веществами переувлажненной торфяно-сфагнутой почве в условиях сосняка кустарничково-сфагнутого. Состояние водного режима листьев березы бородавчатой и округлолистной формы березы пушистой на мокрой торфяно-сфагнутой почве (20/VII 1958 г.) показано в табл. 5 (структура таблицы одинакова со структурой табл. 4).

Таблица 5

Порода	Общее содержание воды, %	Свободная вода, %	Осмотически-связанная вода, %	Коллоидно-связанная вода, %	Концентрация клеточного сока, %	Сосушая сила, атм	Водоудерживающая способность, %
Береза бородавчатая	55,3 100	4,6 8,3	4,8 8,7	45,9 83,0	15,1	20,3	27,6
Береза округлолиственная	62,3 100	5,9 9,4	4,1 6,6	52,3 83,9	11,0	16,7	47,1

И. Д. Юркевич и В. С. Гельтман [4] указывают, что гибридные формы березы бородавчатой и березы пушистой могут выходить из пределов основного произрастания березы пушистой, но не встречаются в сухих местообитаниях, специфичных лишь для березы бородавчатой. Такими местообитаниями авторы считают повышенные участки с сухими песчаными почвами. В этой связи мы должны подчеркнуть, что место произрастанием гладколистной формы березы пушистой являются пески в южных частях ареала [1]. А. А. Шахов [10], рассматривающий березу киргизскую как производную от березы пушистой, показал ее весьма высокую засухо- и солеустойчивость. В своей работе [10] он приводит обширный цифровой материал по эколого-физиологической характеристике листьев берез, произрастающих в солончаковых котловинах и по берегам соленых озер в степях Казахстана.

В. И. Баранов [17] выделил особую разновидность *Betula pubescens* Ehrh. var. *alapica* Baran., хорошо произрастающую в солончаковых котловинах; в настоящее время эта разновидность идентифицирована с овалнолистной формой [1, 2]. В наших исследованиях встречен экземп-

ляр березы, произрастающий на сухой маломощной щебневатой темно-серой почве и отличающийся округлыми крупными листьями и белокорым стволом, что наталкивало на мысль о принадлежности этой березы к округлолистной форме. Отсутствие плодоношения у нее не позволило проанализировать морфологические особенности семян. Состояние водного режима листьев березы бородавчатой и округлолистной березы на сухой маломощной щебневатой темно-серой почве (21/VII 1958 г.) показано в табл. 6 (структура таблицы одинакова со структурой табл. 4).

Таблица 6

Порода	Общее содержание воды, %	Свободная вода, %	Осмотически-связанная вода, %	Коллоидно-связанная вода, %	Концентрация клеточного сока, %	Сосушая сила, атм	Водоудерживающая способность, %
Береза бородавчатая	65,0 100	5,6 8,6	5,3 8,1	54,1 83,3	13,7	23,4	30,4
Береза округлолиственная	65,8 100	5,3 8,0	5,1 7,7	55,1 84,3	12,9	21,7	37,8

Как видно из табл. 6, у этой формы березы и типичной формы березы бородавчатой наблюдается тот же характер различий по физиологическому состоянию, какой отмечен в табл. 4 и 5.

В качестве дополнительного доказательства для обоснования производности исследуемых нами форм от березы пушистой приведем данные, характеризующие ритм сезонного развития березы. Как известно [4, 5], береза бородавчатая цветет и разворачивает листья на 4—6 дней раньше березы пушистой. Такое же соотношение в сроках начала вегетации у березы бородавчатой и пушистой наблюдается и в данном районе Урала. Особенно наглядно эта разница в сроках цветения и зеленеения наблюдалась в 1958 г., когда холодная затяжная весна не смогла сблизить сроки цветения и разворачивания листьев у березы бородавчатой и березы пушистой с ее двумя исследованными нами формами.

Осенью береза пушистая и ее формы начинают свой листопад раньше на 6—8 дней, чем береза бородавчатая. Интересно заметить, что береза киргизская цветет и зеленеет немного позже, а сбрасывает осенью листья раньше березы бородавчатой [10]. Это, по нашему мнению, довод в пользу вывода о производности березы киргизской от березы пушистой, а не от березы бородавчатой.

Таким образом, береза пушистая и производные от нее формы отличаются укороченным периодом вегетации, что свидетельствует о значительной устойчивости этого биологического свойства березы и его формирования в условиях таежной зоны с укороченным летним периодом. Большая продолжительность периода вегетации березы бородавчатой может рассматриваться наряду с рядом других биологических особенностей [6] как доказательство приспособленности к условиям лесостепи.

Изложенные выше экспериментальные и литературные данные показывают у форм, производных от березы пушистой, повышенную приспособленность к засушливым климатическим и почвенным условиям. Об этом свидетельствует следующее: 1) произрастание овалнолистной формы в солонцеватых котловинах лесостепи Западной Сибири, 2) произрастание гололистной формы на нижнеднепровских песках, 3) произрастание киргизской березы в северо-западном Казахстане, 4) произрастание овалнолистной формы на сухих щебневатых почвах восточных



предгорий Южного Урала. Однако некоторые авторы считают [4], что гибридные формы березы не способны произрастать на сухих почвах. Очевидно, это противоречие кажущееся, так как следует признать, что процесс возникновения и развития устойчивых форм требует длительного времени — не одно, а несколько поколений [18]. В условиях постоянного влияния в одном и том же направлении факторов внешней среды (в данном случае иссушающих) формы березы пушистой приобретают свойства соле- и засухоустойчивости. При этом одной из наиболее существенных физиологических особенностей, благоприятствующих развитию засухоустойчивости, а также солеустойчивости, является накопление в листьях значительных количеств гидрофильных коллоидов. Это благоприятствует развитию повышенной водоудерживающей способности и созданию в листе устойчивого уровня обводненности для нормального протекания жизненно важных для растений физиологических процессов.

Таким образом, повышенное количество коллоидно-связанной воды и повышенная гидрофильность биокolloидов березы пушистой в связи с ее видовой филогенетической молодостью и возникновением различных гибридных форм имеют существенное значение для успешного приспособления березы пушистой как вида к засушливым и засоленным местобитаниям, что находит проявление в ее значительной полиморфности. В связи с рекомендацией Г. А. Глумова и П. Н. Красовского [19] разводить березу бородавчатую на солонцах Южного Зауралья мы должны заметить, что в ряде случаев целесообразно использовать формы, производные от березы пушистой, из которых со временем могут выработаться, как это и наблюдается в природе, успешно произрастающие в засушливом климате на засоленных почвах ствольные березы.

### Выводы

1. Береза пушистая в отличие от березы бородавчатой характеризуется несколькими иными физиологическим состоянием листьев, а именно: большей обводненностью, большим содержанием коллоидно-связанной и меньшим содержанием свободной воды, меньшей сосущей силой и концентрацией клеточного сока, большей водоудерживающей способностью, что свидетельствует о видовой специфике ее эколого-физиологических свойств.

2. Овальнолистная и ромболистная формы по характеру различий физиологического состояния своих листьев в сравнении с березой бородавчатой близки к березе пушистой, что является одним из доказательств их производности от нее.

3. Значительная анатомо-морфологическая пластичность и большая гидрофильность биокolloидов позволяют березе пушистой как виду проявлять повышенную экологическую приспособляемость, выражающуюся в возникновении различных засухо- и солеустойчивых форм.

Ильменский государственный заповедник  
Уральского филиала АН СССР

Поступила в редакцию  
10/VIII 1959

### ЛИТЕРАТУРА

- О. И. Кузнецова, Род береза — *Betula* L. Флора СССР, т. 5. Изд. АН СССР, 1936.
- Б. Н. Замятин, Березовые (*Betulaceae* С. А. Agardh.). Деревья и кустарники СССР, т. 2. Изд. АН СССР, М.—Л., 1951.
- Н. А. Пономарев, Березы СССР, Гослестехиздат, 1933.

- И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман, О березовых лесах Полесья. Сб. науч. работ по лесн. хоз., вып. 7, изд. АН БССР, Минск, 1956.
- Б. В. Гроздов, Дендрология, Гослесбумиздат, 1956.
- Г. В. Крылов, Березовые леса Томской области и их типы. Новосибирск, 1953.
- А. В. Альбенский, Методы улучшения древесных пород. Гослесбумиздат, 1954.
- В. Н. Сукачев, Дендрология с основами лесной геоботаники. Гослестехиздат, 1934.
- В. Л. Комаров, Учение о виде у растений. Избр. соч., т. 1. Изд. АН СССР, М., 1945.
- А. А. Шахов, Солеустойчивость растений. Изд. АН СССР, М., 1956.
- А. Ф. Маринчик, Особенности физиологических процессов в связи с состоянием воды в листьях и продуктивностью сортов сахарной свеклы. Сб. «Биол. основы орошаемого земледелия». Изд. АН СССР, М., 1957.
- Н. А. Максимов, Н. С. Петин, Определение сосущей силы листьев методом компенсации при помощи рефрактометра. ДАН СССР, т. 62, № 4, 1948.
- А. М. Алексеева, Н. А. Гусев, Влияние минерального питания на водный режим растений. Изд. АН СССР, М., 1957.
- Ю. З. Кулагин, К вопросу о пластичности листовых структур. Уч. зап. Казанск. гос. ун-та, т. 11, кн. 5, 1956.
- О. В. Троицкая, Типы водного режима древесно-кустарниковых пород в условиях Центрального Казахстана. Тезисы докл. Конф. по физиол. устойчивости растений. Изд. АН СССР, М., 1959.
- Н. А. Кенесарина, Устойчивость к завяданию в связи с динамикой связанной воды у древесно-кустарниковых пород. Тезисы докл. Конф. по физиол. устойчивости растений. Изд. АН СССР, М., 1959.
- В. И. Баранов, Заметка о березах из лесостепи Западной Сибири. Изв. зап.-сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, т. IV, вып. 1, 1924.
- Л. И. Сергеев, Выносливость растений. Изд. «Советская наука», М., 1953.
- Г. А. Глумова, П. Н. Красовский, Береза бородавчатая на засоленных почвах Южного Зауралья. Лес и степь. № 1, 1953.



С. У. СТРОГАНОВ

ЯПОНСКИЙ КОЛОНОК, ИЛИ ИТАТСИ  
(*MUSTELA ITATSI* TEMMINCK), НА САХАЛИНЕ

В составе териологической фауны южной части Сахалина имеется японский колонок, или, как его еще называют — итатси (*Mustela itatsi* Temminck, 1844), в свое время ввезенный сюда японцами в целях акклиматизации. Это тот самый своеобразный зверек, о котором 4 апреля 1957 г. С. Д. Перелешин, ныне покойный, сообщил на заседании зоологической секции Московского общества испытателей природы.

Благодаря любезности директора Сахалинского комплексного института СО АН СССР проф. Г. А. Хельквиста, я имел возможность исследовать хранящиеся в коллекциях названного института 11 экземпляров итатси сборов В. Ф. Сплицына.

Задача предлагаемого очерка — на исследованном материале кратко охарактеризовать итатси и рассмотреть вопрос о его таксономии и систематических соотношениях с обыкновенным колонком (*Mustela sibirica* Pallas, 1773).

Итатси — мелкий хищник семейства куньих (*Mustelidae*), широко распространенный в Японии. По общему габитусу он напоминает обыкновенного колонка. Тело вытянутое, гибкое, приземистое. Ноги короткие. Голова сравнительно длинная, с умеренно заостренной мордой. Уши широкие и короткие. Хвост имеет более половины длины туловища. мех низкий, редкий и грубоватый. Зимний мех похож по окраске на летний мех обыкновенного колонка. Общий тон окраски колеблется от кирпичного до интенсивного красновато-бурого, постепенно светлеет на боках и на вентральной стороне становится бледно-рыжим с более или менее выраженным изабелловым оттенком. Лицевая область головы с характерной маской кофейно-бурого цвета, охватывающей пространство от морды до лба. Кзади в лобно-теменной области цвет маски бледнеет, становится тусклым и переходит в землисто-бурый на ушах, затылке и верхней стороне шеи, где постепенно исчезает, сливаясь с окраской туловища. Верхние губы чисто-белые. Нижние губы и подбородок белесые. Горло, нижняя сторона шеи, иногда и передняя часть груди бледно-палевые. Конечности землисто-буроватые.

Череп (рис. 1а — 1с) по конфигурации напоминает скорее череп небольшой норки, чем обыкновенного колонка. Он также уплощен, значительно вытянут и сжат с боков, как у норки, но стройнее, не столь массивен и лучше конфигурирован. В профиль верхняя линия черепа имеет вид очень слабо выпуклой дуги, заметно опущенной в ростральной части. Лобная площадка, в отличие от таковой у обыкновенного колонка, плоская, не образует горбообразного возвышения. Длина мозговой коробки составляет около 53—57% кондило-базальной длины. Мастоидная ширина приблизительно равна расстоянию от basion до palation. Высота мозговой коробки в области слуховых барабанов составляет около 65—75% мастоидной ширины. Заглазничное сужение удлиненное с параллельно

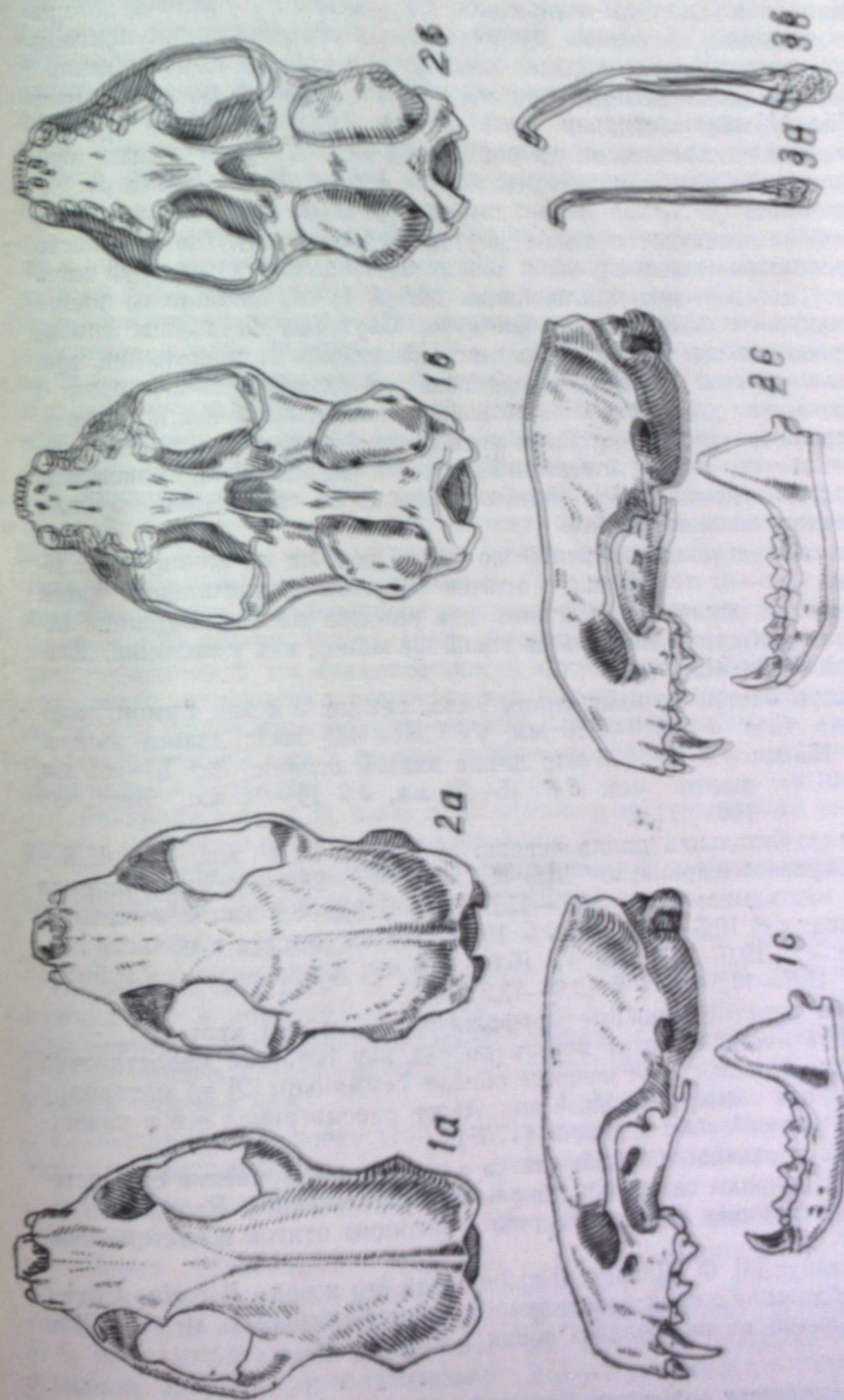


Рис. 1. Строение черепа (вид сверху, снизу и сбоку) и косточек гениальной итатси и обыкновенного колонка. 1а — 1с — череп *Mustela itatsi* Temminck. По экземпляру № 645 коллекции Сахалинского комплексного института СО АН СССР. Сплицына. 2а — 2с — череп *Mustela sibirica* Pallas. По экземпляру № 3077 коллекции Зоологического института СО АН СССР. Сплицына. 3а — 3с — косточки гениальной итатси. По экземпляру № 3113 коллекции Зоологического института СО АН СССР. Сплицына. 3а — os penis *M. itatsi*; 3б — os penis *M. sibirica*.



расположенными или слегка расходящимися кзади боковыми сторонами. Стреловидный гребень четко обозначен, но никогда не достигает значительных размеров. Затылочные гребни развиты гораздо сильнее. Своды черепной коробки выпуклы очень слабо. Скуловые дуги у итатси, по сравнению с колонком, массивнее. Подглазничные отверстия приблизительно равны величине лунок верхних клыков. Хоанальный вырез обычно с маленьким в виде острого отростка обратным срединным выступом костного нёба. Межкрыловидная ямка (*fossa mesopterygoidea*) сравнительно короткая; длина ее от уровня задних концов крыловидных отростков (*proc. hamulares*) значительно короче длины костного нёба от хоанального выреза до уровня задних сторон коренных зубов. Задняя часть костного нёба простирается кзади за уровень коренных зубов на расстояние, превышающее ширину нёба между внутренними сторонами коронок этих зубов. Кончики крыловидных костей (*proc. hamulares*) расходятся кнаружи и крючковидно изогнуты. Слуховые барабаны (*bullae osseae*) расположены позади челюстного сочленения на расстоянии, приблизительно равном половине продольной оси барабана. Они короче и менее вздуты, чем у колонка, с значительно расширенными кзади внутренними сторонами; ширина барабана превышает половину его длины; расстояние между яремными отверстиями (*foram. jugulares*) приблизительно равно двум третям длины барабана. Зубы, по сравнению с зубами обыкновенного колонка, слабее.

Косточка гениталия (*os penis*) по форме похожа на таковую *M. sibirica* (рис. 3 а — 3 в). Однако у итатси бакулюм в дистальной трети обычно прямой, лишен характерного для колонка изгиба. Вершина косточки крючкообразно изогнута на такой же манер, как у колонка. Длина *os penis* 30,0—34,2 мм.

Размеры итатси, по измерениям 9 экз. самцов и 2 экз. самок, таковы. Длина тела: ♂♂ 510—550 мм, ♀♀ 341—465 мм\*; длина хвоста: ♂♂ 145—165 мм, ♀♀ 93—101 мм; длина задней ступни: ♂♂ 57—65 мм, ♀♀ 39—46 мм; высота уха: ♂♂ 15—21 мм, ♀♀ 11—16 мм. Вес: ♂♂ 554—874 г, ♀♀ 162—177 г.

Кондило-базальная длина черепа: ♂♂ 57,2—61,9 мм, ♀♀ 47,6—47,9 мм; скуловая ширина: ♂♂ 31,3—33,2 мм, ♀♀ 28,9—29,1 мм; ширина роstrума над клыками: ♂♂ 12,7—13,5 мм, ♀♀ 8,2—8,9 мм; межглазничная ширина: ♂♂ 10,5—12,1 мм, ♀♀ 10,2—10,8 мм; высота в области *bullae osseae*: ♂♂ 19,0—21,4 мм, ♀♀ 16,0—16,8 мм; длина верхнего зубного ряда: ♂♂ 15,7—17,3 мм, ♀♀ 12,9—13,3 мм.

Таковы вкратце основные морфологические черты итатси.

Систематический статус итатси до сих пор остается недостаточно выясненным. Колонк этот впервые описан Темминком [2] по материалу из Японии, как самостоятельный вид. Автор рассматривал его в качестве сочлена рода *Mustela* Linnaeus (1758).

Однако дальнейшая судьба итатси в отношении уточнения его систематической природы сделалась довольно неопределенной. Разные исследователи по-разному трактовали ранг и позицию итатси в системе сем. *Mustelidae*.

В. Блазиус [3], Ф. Латаст [4] причисляли его к роду *Putorius* Cuvier (1817) и сближали с представителями подрода *Putorius* *sen. str.*, в состав которого однако не включались норки и колонки.\*\*

\* По измерениям коллектора. Указанные цифры длины тела вызывают сомнения: получается слишком большая диспропорция в размерах тела и черепа, не отмеченная больше ни у одного вида подсем. *Mustelinae*. Возможно, что длина тела взята вместе с длиной хвоста.

\*\* Норка и колонков название авторы относили к подроду *Lutreola* Wagner (1841).

Куроода [5] считал итатси самостоятельным видом в составе рода *Lutreola*.

Эллерман и Моррисон-Скотт [6] провизорно отнесли итатси в подвиды обыкновенного колонка (*Mustela sibirica* Pallas, 1773). Такая интерпретация систематических соотношений итатси и колонка ничем не мотивирована. Судя по систематической концепции, положенной названными авторами в основу предположенного ими варианта системы млекопитающих палеарктики, они исходили из общих формальных данных географического распространения итатси и колонка, с чем нельзя согласиться. Такой узкий подход не обеспечивает правильного решения вопроса.

Исследование значительного оригинального материала приводит меня к иному заключению относительно таксономии рассматриваемых животных. По систематическим особенностям (строение черепа, состав зубной формулы, одонтологические признаки и т. д.) итатси, безусловно, принадлежат к роду *Mustela* Linnaeus (1758). В системе названного рода он ближе к колонкам (подрод *Kolonocus* Satunin, 1911), чем к горностаям и ласкам (*Mustela* *sen. str.*). С колонками его сближают такие оригинальные признаки, как отсутствие побеления зимнего меха и контрастности окраски летнего меха спинной и брюшной сторон, наличие характерной «лицевой маски», соотношение длины тела и хвоста, общая форма и пропорции черепа и ряд других остеологических деталей (расположение *bullae osseae*, строение *foram. infraorbitalia* форма косточки гениталия и т. д.). Среди колонков *M. itatsi* занимает промежуточное положение между обыкновенным колонком (*M. sibirica* Pallas, 1773) и солонгоем (*M. altaica* Pallas, 1811), будучи ближе к первому. При этом следует отметить, что краниологически и отчасти по внешним признакам (например, по окраске и расцветке меха) итатси и колонк гораздо больше между собою различаются, нежели колонк с солонгоем, горностаем с лаской, степной хорь с лесным, европейская норка с американской, лесная куница с соболем.

Различия между *M. itatsi* и *M. sibirica* довольно глубоки и выражаются в существенных чертах организации.

Для наглядности произведем сопоставление наиболее характерных специфических признаков итатси и колонка.

#### *Mustela itatsi*

1. Околоротовое поле в области нижних губ и подбородка белесое, расплывчатое, постепенно сливается с бледно-палевой окраской горла и нижней стороны шеи.

2. Вентральная сторона тела значительно светлее спины.

3. Окраска ног темнее туловища: землисто-бурая.

4. Череп удлиненный, умеренно широковатый и низкий: длина мозговой коробки составляет около 55—57% кондило-базальной длины; мастоидная ширина приблизительно равна расстоянию от *basion* до *palation*; высота в области слуховых барабанов равна 65—75% мастоидной ширины.

#### *Mustela sibirica*

1. Околоротовое поле чисто-белое, четко очерчено и резко отграничено от желтовато-рыжей окраски горла и шеи.

2. Вентральная сторона тела окрашена одинаково со спиной или чуть посветлее.

3. Окраска ног обыкновенно одинаковая с окраской туловища.

4. Череп удлиненный, узкий и сравнительно высокий: длина мозговой коробки составляет около 55—60% кондило-базальной длины; мастоидная ширина значительно меньше расстояния от *basion* до *palation*; высота в области слуховых барабанов равна 75—85% мастоидной ширины.



5. Лобная площадка черепа плоская, не образует горбообразного возвышения.

6. Костное нёбо простирается кзади за задние стороны коренных зубов на расстояние, превышающее ширину нёба между этими зубами.

7. Хоанальный вырез обычно с маленьким в виде острого отростка обратным срединным выступом костного нёба.

8. Межкрыловидная ямка (*fossa mesopterygoidea*) сравнительно короткая: длина ее значительно короче длины костного нёба от заднего края до коренных зубов.

9. Кончики отростков крыловидных костей (*proc. hamulares*) сильно расходятся кнаружи и резко крючковидно изогнуты.

10. Слуховые барабаны (*bullae osseae*) расположены позади челюстного сочленения на расстоянии, приблизительно равном половине длины барабана.

11. Слуховые барабаны умеренно выпуклые, укороченные с значительно расходящимися кзади внутренними сторонами: ширина барабана больше половины его длины; расстояние между яремными отверстиями (*foram. jugulares*) приблизительно равно двум третям длины продольной оси барабана.

12. Косточка гениталия (*os penis*) обычно прямая без искривленного изгиба в дистальной трети.

Перечисленные различия, за исключением обозначенных цифрами 7, 9 и 12, весьма константны. Так называемых переходных особей по этой группе признаков на исследованном материале не обнаружено. Что касается признаков: 7 (наличие или отсутствие срединного выступа костного нёба на хоанальном вырезе), 9 (степень изогнутости кончиков *proc. hamulares*) и 12 (искривление косточки гениталия в дистальной трети), то они изредка дают отклонения в ту или иную сторону, но это именно только отклонения, так они и должны рассматриваться.

Для целей систематической дифференциации наибольшую ценность в рассматриваемом случае имеют указанные в перечне краниологические особенности, в первую очередь строение слуховой области. Для этой последней характерна в общем весьма незначительная для взрослых особей амплитуда индивидуальных изменений и отсутствие географической

5. Лобная площадка черепа горбообразно выпуклая, заметно возвышается над носовой областью и мозговой коробкой.

6. Костное нёбо простирается кзади за задние стороны коренных зубов на расстояние меньшее ширины нёба между этими зубами.

7. Хоанальный вырез чаще без обратного выступа костного нёба.

8. Межкрыловидная ямка (*fossa mesopterygoidea*) длинная: длина ее приблизительно равна длине костного нёба от заднего края до коренных зубов.

9. Кончики отростков крыловидных костей (*proc. hamulares*) слабо расходятся кнаружи и обычно не образуют крючковидного изгиба.

10. Слуховые барабаны (*bullae osseae*) расположены позади челюстного сочленения на расстоянии, равном приблизительно четвертой части длины барабана.

11. Слуховые барабаны сильно выпуклые, удлиненные, с умеренно расходящимися кзади внутренними сторонами: ширина барабана меньше половины его длины; расстояние между яремными отверстиями (*foram. jugulares*) приблизительно равно половине длины продольной оси барабана.

12. Косточка гениталия (*os penis*) сильно искривлена в дистальной трети.

изменчивости. У колонка на протяжении всей обширной области его ареала строение слуховых барабанов, их расположение, а также дислокация элементов птеригоидной области и задненёбной части черепа не обнаруживают каких-либо существенных изменений. Аналогичные особенности, судя по исследованному материалу, присущи и итатси.

Таким образом, по краниологическим свойствам (расположение, форма и величина слуховых барабанов, строение задней части костного нёба и птеригоидной области) между итатси и обыкновенным колонком существует резкий hiatus и звери эти по указанным признакам с первого взгляда могут быть опознаны.

Имеется hiatus и в расцветке меха. У обыкновенного колонка по этому признаку все подвиды пятно в пятно сходны между собой. Подвиды различаются, помимо размеров, не расцветкой, а степенью интенсивности общего тона окраски. Итатси же отличается от обыкновенного колонка расцветкой. Как показано выше, у них разное строение окolorотового поля, неодинаковая окраска спинной и брюшной сторон тела, а также конечностей.

Отмеченные выше различия суть признаки специфического порядка. В соответствии с изложенными обстоятельствами, я прихожу к заключению, что слияние итатси и обыкновенного колонка в один вид не оправдано. По исследованному материалу их следует считать самостоятельными видами.

Биологический институт  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
20/1 1960

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. Д. Перелешин, Своеобразный зверек южного Сахалина — итатси. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., т. LXII, вып. 6, 1957, стр. 67—68.
2. С. I. Temminck, Fauna Japonica. Mamm., 34, pl. VII, fig. 2.
3. W. Blasius, Berichte der Naturforsch. Gesellsch. in Bamberg, 1884.
4. F. Lataste, Le vison du Japon (*Putorius itatsi* Temm.) etc. Bul. Sc. depart. du Nord., vol. X (2 ser.), 1887.
5. N. Kuroda, On New Mammals from Rio Kiu and vicinity. Tokyo, 10, 1924.
6. J. R. Ellerman, T. C. S. Morrison-Scott, Checklist of Palaearctic and Indian Mammals, London, 1951.



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. А. МАЛЬЦЕВ, В. И. ДУРАКОВ

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТОПОВ ЛИТИЯ  
Li<sup>6</sup> и Li<sup>7</sup> МЕТОДОМ ЭТАЛОННЫХ СМЕСЕЙ

За последние годы в зарубежной печати появился ряд работ по спектральному анализу изотопов лития [1—4], однако анализ проводился либо на уникальных спектральных приборах, либо требовалась очень большая навеска исследуемого образца. В 1956—1957 гг. нами была разработана фотоэлектрическая методика анализа изотопов лития по эталонам на серийном отечественном спектрометре ДФС-4 при небольшой передельке его регистрирующей части [5]. В качестве источника возбуждения спектра лития использовалась одна из конструкций разрядной трубки с охлаждаемым полым катодом [6], обеспечивающая быструю смену пробы и хорошую стабильность разряда. Проба порядка 0,15 мг Li в виде раствора LiCl вносилась в алюминиевый вкладыш полого катода и высушивалась в сушильном шкафу. Небольшая вакуумная система обеспечивала циркуляцию гелия через разрядную трубку и его непрерывную очистку. Давление гелия было 4 мм рт. ст. Сила тока через разрядную трубку составляла 100 ма. Эталонные смеси готовились из двух образцов металлического лития с содержанием изотопа Li<sup>6</sup> 7,3 и 90,4%. Изотопный состав эталонных смесей проверялся на масс-спектрометре. Спектральный анализ проводился по линии LiI 6707,8Å запись и структура которой представлены в работе [7].

Таблица

Концентрация изотопа Li <sup>6</sup>	I <sub>2</sub> /I <sub>3</sub> (среднее из 4-5 серий измерений)	I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub> (среднее из 4-5 серий измерений)
7,3±0,3	1,21±0,01	—*
21,2±0,3	1,14±0,02	0,30±0,02
35,0±0,3	0,99±0,02	0,43±0,02
48,9±0,3	0,89±0,02	0,57±0,04
62,7±0,3	0,69±0,01	0,85±0,03
73,8±0,3	0,53±0,01	1,22±0,02
82,8±0,3	0,38±0,01	1,82±0,03
90,4±0,3	0,23±0,01	3,13±0,02

\* Линия I<sub>2</sub> плохо разрешается.

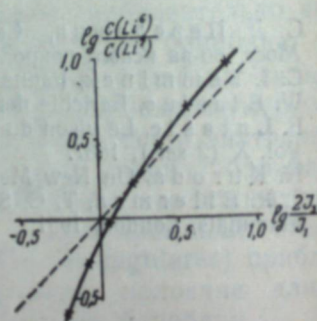


Рис. Калибровочный график зависимости отношения  $\lg \frac{c(Li^6)}{c(Li^7)}$  от  $\lg \frac{2I_3}{I_1}$ .

Полученные нами результаты представлены в таблице, в которой через I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> обозначены интенсивности изотопных линий соответственно Li<sup>7</sup>, (Li<sup>7</sup> + Li<sup>6</sup>) и Li<sup>6</sup>. Калибровочные графики строились для отношения интенсивности I<sub>1</sub>/I<sub>2</sub> и 2I<sub>3</sub>/I<sub>1</sub>, причем для первого отношения график строился в линейных координатах относительно содержания Li<sup>6</sup>, во втором случае — в логарифмических координатах относительно отношения концентраций изотопов (рис.). При построении калибровочных графиков каждая точка получалась усреднением из записей 4—5 проб одного и того же состава. Для каждой пробы записывалось около 10 спектров. Расхождение полученных кривых с теоретически рассчитанными (штриховая кривая на рисунке) вызвано как частичным самообращением, так и неполным разрешением изотопических компонентов. Некоторую ошибку вносит также неправильность контура спектральных линий, обусловленная дефектами дифракционной решетки. При содержании изотопа Li<sup>6</sup> < 25% анализ предпочтительнее вести по графику в линейных координатах. Абсолютная ошибка в определении концентрации Li<sup>6</sup> составляла ±1,5% при содержании Li<sup>6</sup> 25% и ±0,7% при содержании Li<sup>6</sup> 80%. Время анализа отдельной пробы составляет полтора часа. Так как большая часть времени (около 45 мин.) тратится на приготовление и сушку пробы, то

при серийных анализах все последующие пробы анализируются гораздо быстрее. Для каждой пробы делается 7—10 записей спектра, которые затем усредняются. Время записи одного спектра составляет 2—3 мин. Перед началом измерений необходимо, чтобы полый катод проработал 15 мин. для повышения стабильности записей.

В заключение авторы приносят искреннюю благодарность проф. В. М. Татевскому за интерес к работе и многие ценные советы, а также В. А. Коряжину и Е. А. Прозоровскому за помощь при проведении отдельных этапов работы.

Московский государственный университет  
Институт неорганической химии  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
16/1 1960

ЛИТЕРАТУРА

- G. L. Stukenbraeker, D. D. Smith, G. K. Werner, J. R. McNally. J. Opt. Soc. Am., 42, 383 (1952).
- G. K. Werner, D. D. Smith, S. J. Ovenshine, O. B. Rudolph, J. R. McNally. Opt. Soc. Am., 45, 202 (1955).
- J. K. Brody, M. Fred, F. S. Tomkins. Spectrochim. Acta, 6, 383 (1954).
- V. A. Fassel, H. J. Hettel. Spectrochim. Acta, 7, 175 (1955).
- А. А. Мальцев, М. Е. Мисюревич, В. А. Коряжин, В. М. Татевский. ПТЭ, № 2, 124 (1956).
- А. А. Мальцев, Е. А. Прозоровский, В. А. Коряжин. ПТЭ, № 1, 117 (1957).
- А. А. Мальцев, В. А. Коряжин, М. Е. Мисюревич, В. М. Татевский. Физ. сб. Львовск. ун-та, вып. 4 (9), 195 (1958).

А. М. РОДИЧЕВ,  
Н. М. САЛАНСКИЙ, В. И. СИНЕГУБОВ

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСОВ  
БАРКГАУЗЕНА ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Известно, что при медленном изменении магнитного поля намагниченность ферромагнетика изменяется не плавно, а скачкообразно. В измерительной катушке, надетой на ферромагнитный образец, при этом возникают импульсы э.д.с. Многими авторами исследовалось статистическое распределение этих импульсов по амплитудам; изучалось влияние температуры, деформации, отжига и других факторов на форму этого распределения [1—3 и др.].

Статистическое распределение импульсов Баркгаузена по длительности до сих пор не изучалось. В некоторых работах лишь оценивалась средняя длительность импульсов путем наблюдения их на экране осциллографа [4, 5 и др.]. Между тем, знание статистического распределения импульсов по длительностям для различных ферромагнитных материалов и изучение изменения этого распределения под действием внешних факторов способствовало бы дальнейшему проникновению в детали процесса перемагничивания; знание этого распределения позволило бы правильно выбирать частотную характеристику аппаратуры, применяемой при изучении эффекта Баркгаузена.

Авторами сконструирована установка, позволяющая изучать статистическое распределение импульсов э.д.с. от скачков Баркгаузена по длительности. Блок-схема установки изображена на рис. 1. Скачки Баркгаузена создают импульсы э.д.с. в измерительной катушке l (общее число витков — 3000, средний диаметр — 1 мм, длина — 10 мм). Импульсы подаются на вход широкополосного усилителя (типа УШ-10), на выходе которого стоит измеритель длительности. Важнейшей частью измерителя является преобразователь П, амплитуды импульсов на выходе которого пропорциональны длительности импульсов на его входе. Получаемые импульсы сортируются по амплитудам амплитудным дискриминатором (выполненным в виде системы потенциометров) и подаются на пересчетные схемы (типа ПС-10000, пропускная способность 10<sup>6</sup> импульсов в секунду). Каждая из пересчетных схем реагирует на импульсы, амплитуды которых превышают определенную величину. Осцил-



логграф ЭО-7, импульсный синхроскоп СИ-1, ламповые вольтметры ВКС-7 и А4-М2 контролируют работу различных участков схемы. Принципиальная схема временного преобразователя приведена на рис. 2. На лампах Л<sub>1</sub> и Л<sub>2</sub> собран дополнительный широкополосный усилитель, предназначенный для стабильной работы спускового устройства, представленного на схеме лампами Л<sub>3</sub> и Л<sub>4</sub>. Импульсы любой формы преобразуются последним в прямоугольные импульсы стандартной амплитуды и длительности, равной длительности входных импульсов. Сформированные импульсы переворачиваются фазоинвертором на 180° и слегка дифференцируются цепочкой C<sub>8</sub> R<sub>23</sub> для сокращения длительности обратного хода линейного генератора пилы, собранного на лам-

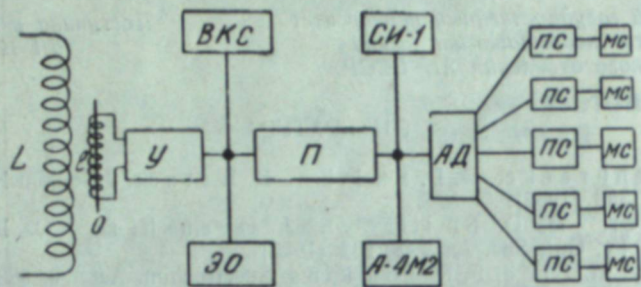


Рис. 1. Блок-схема установки.

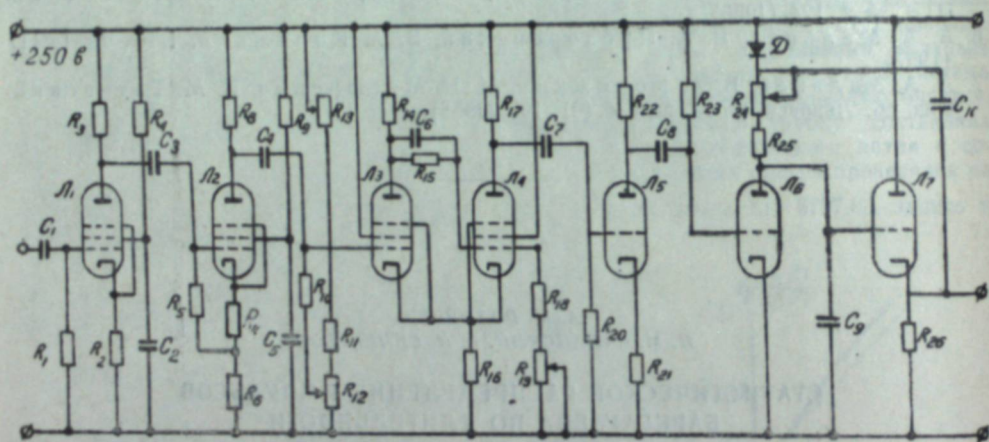


Рис. 2. Схема преобразователя.

пах Л<sub>6</sub> и Л<sub>7</sub>. Генератор пилы создает пилообразный импульс, по длительности равный поступившему импульсу, а по амплитуде пропорциональный длительности поступившего импульса благодаря линейности нарастания амплитуды пилообразного импульса со временем. Таким образом, амплитуды импульсов на выходе преобразователя пропорциональны длительностям входных импульсов.

На рис. 3 приведена  $v-t$  характеристика преобразователя. Проверка разрешающей способности схемы была осуществлена следующим образом. Две пересчетные схемы устанавливались таким образом, чтобы одна считала импульсы непосредственно на выходе усилителя, а другая — на выходе генератора пилы. В результате эксперимента оказалось, что число импульсов, сосчитанных обеими схемами, совпадало с точностью до 1%. Градуировка установки производилась с помощью генератора прямоугольных импульсов, длительность, амплитуду и скважность которых можно было менять в широких пределах. Установка порогов срабатывания ПС производилась следующим образом. Сигнал известной длительности подавался на временной преобразователь, на выходе которого стоял амплитудный дискриминатор. Плавное изменение амплитудного дискриминатора, добивались, чтобы ПС начинала срабатывать. Увеличивалась длительность сигнала с генератора и устанавливался порог срабатывания следующей схемы и т. д. Таким образом, пороги срабатывания пересчетных схем были установлены на соответствующие длительности входных импульсов. Распределение импульсов по длительностям было измерено на двух отоженных никелевых образцах с добавками хрома 1 и 2%. Образцы имели вид проволоочек длиной 5 см и диаметром 0,5 мм. Скорость изменения намагничивающего поля составляла 0,006 э/сек. Максимальное усиление основного усилителя подбиралось таким образом,

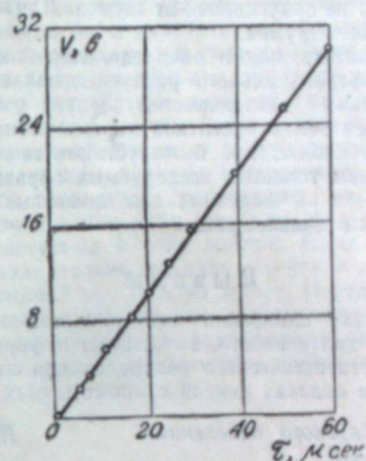


Рис. 3. Характеристика преобразователя.

По оси абсцисс — длительность входного импульса в мк-сек; по оси ординат — амплитуда выходного импульса в вольтах.

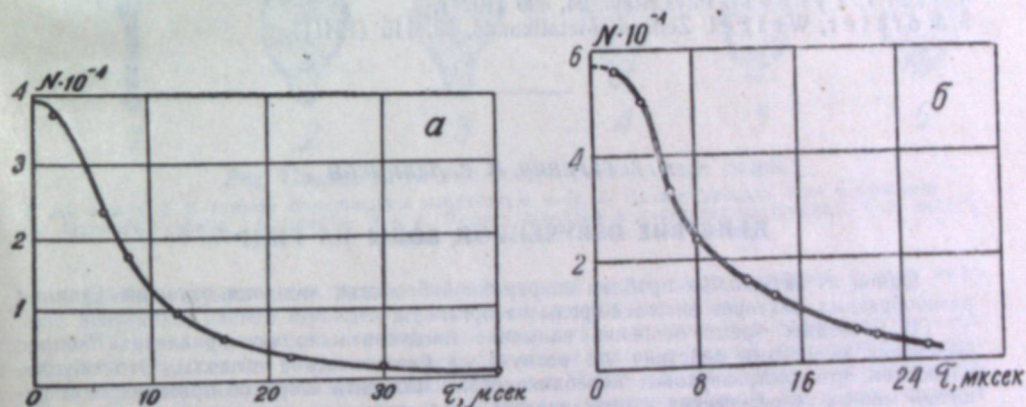


Рис. 4. Интегральные распределения импульсов по длительности: а — никелевый образец с 1% Cr; б — никелевый образец с 2% Cr.

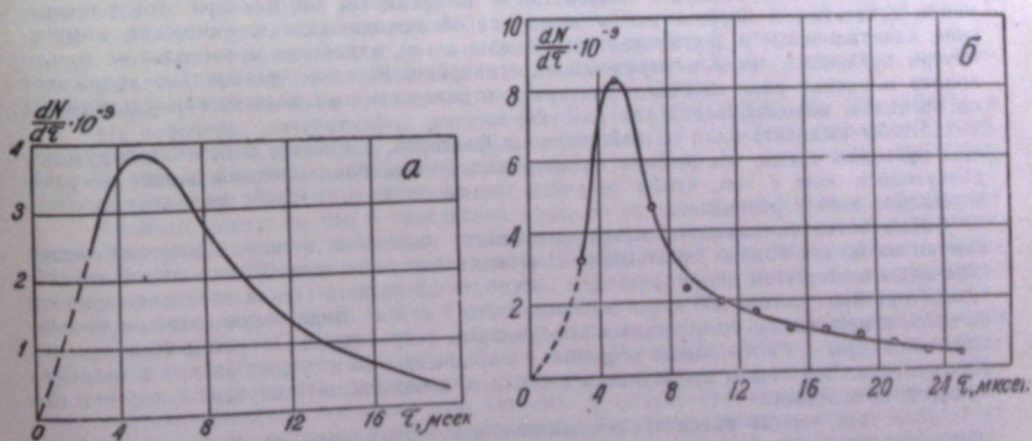


Рис. 5. Дифференциальные распределения импульсов по длительностям. а — никелевый образец с 1% Cr; б — никелевый образец с 2% Cr.



чтобы спусковое устройство не запускалось от шумов. Длительность импульсов измерялась, как обычно, над уровнем шумов.

Полученные кривые интегрального распределения показаны на рис. 4. Соответствующие им кривые дифференциального распределения представлены на рис. 5. К ходу кривых в области малых длительностей следует относиться весьма осторожно, так как здесь мог сказаться завал частотной характеристики применяемой аппаратуры. На основе визуальных наблюдений было установлено, что длительность импульсов возрастает с увеличением толщины исследуемых образцов; на ферритах длительности импульсов меньше, чем на железных или никелевых образцах. Количественные измерения будут проведены в дальнейшем.

### Выводы

1. Разработана методика измерения длительностей хаотично разбросанных во времени импульсов разной длительности, амплитуды и формы.
2. Получены кривые статистического распределения импульсов от скачков Баркгаузена по длительности на сплавах никеля с хромом.

Институт физики Сибирского отделения  
АН СССР

Поступила в редакцию  
12/XI 1959

### ЛИТЕРАТУРА

1. H. D. Buch, R. S. Tebble, Proc. Soc., 60, 370 (1948).
2. В. Ф. Ивлев, В. Л. Ильюшенко, Л. И. Асеева. Изв. АН СССР, сер. физ., 21, № 9, 1957.
3. К. Вотруба. Изв. АН СССР, сер. физ., 21, № 9, 1957.
4. E. P. T. Tyndall, Phys. Rev., 24, 439 (1924).
5. Forster, Wetzel. Zeits. f. Metallkunde, 33, 115 (1941).

Ф. А. ГУРЕВИЧ, М. С. ЛЕВИНСОН

### ДЕЙСТВИЕ ОЗВУЧЕННОЙ ВОДЫ НА ГИДР

Одной из актуальных проблем современной биологии является изучение влияния разнообразных факторов внешней среды на организм.

В последнее время особенно внимание биологов начинает привлекать вопрос выяснения механизма действия ультразвука на биологические объекты. Это обусловлено тем, что ультразвуковые колебания стали находить широкое применение в решении многих теоретических и практических задач, в частности в медицине, биологии и сельском хозяйстве. По этому вопросу имеется обширная литература, и, несмотря на это, многие стороны механизма действия ультразвука на живые тела все еще остаются невыясненными. Трудность разрешения вопроса объясняется тем, что ультразвук обладает очень сложным воздействием на организм, так как при этом одновременно действуют и переплетаются между собой механические, термические, химические, кавитационные и другие факторы. Вместе с тем, изменения происходят не только внутри организма, но и в окружающей его среде. Все это чрезвычайно усложняет анализ и оценку роли каждого фактора в отдельности при воздействии ультразвука на организм, находящийся в ультразвуковом поле.

Чтобы выделить один из действующих факторов, а именно: изменение окружающей организм среды, мы решили вынести испытуемый биологический объект из ультразвукового поля с тем, чтобы озвучить только воду, в которой организм до этого нормально жил и развивался.

Нам хотелось выяснить: какие происходят изменения в воде и как они сказываются на жизни водных организмов. Для этого было озвучено 300 мл чистой енисейской воды в открытом цилиндрическом сосуде из шотовского стекла на пьезокварцевом генераторе при частоте 300 кГц и интенсивности 7 Вт/см<sup>2</sup>. Вода озвучивалась в течение 25 часов и непрерывно охлаждалась холодильным устройством. Объектом исследования служили гидры — *Pelmatohydra oligactis* — в количестве 56 штук, собранные в водоемах Красноярска. Все опыты проводились с сытыми, в большинстве случаев с хорошо почкующимися особями.

Для того, чтобы рассмотреть действие озвученной воды на гидр, мы вначале помещали их на предметное стекло с каплей обыкновенной енисейской воды с той целью, чтобы гидры могли сначала расправиться и принять нормальную для них

форму. После этого осторожно вносили туда несколько капель (2—5) озвученной воды. Тотчас под микроскопом можно было заметить, что большинство гидр мгновенно или в течение 1—2 минут резко сокращали свое тело, стебелек и щупальцы. По-видимому, это позволяет гидрам уменьшить поверхность соприкосновения тела с вредным раствором. Однако, дальнейшее воздействие воды не спасало гидр от гибели. Уже к концу 1—2 минуты они становились как бы парализованными, не отвечали на механические раздражения (уколы иглой). Вскоре у многих особей начинался распад тела с кончиков щупалец, с последующим охватом гастрального отдела и стебелька. Полностью или большая часть тела гидры распадалась на 15—45 минуте (см. рис.). Если гидра имела в зоне почкования одну или несколько почек, то у таких дочерних гидр распад шел от их гипостомы к телу матери. Нами были поставлены и такие эксперименты: гидр помещали только на одну минуту в озвученную воду и тут же переносили их в воду, в которой они обычно живут. Нередко у перенесенных в обычную воду животных происходит отторжение омертвевших частей. Создается впечатление, что гидры как бы очищаются от распавшихся клеток и тканей и затем из оставшихся кусочков живого тела, или комплекса клеточных элементов, начинают постепенно восстанавливать утраченные части.

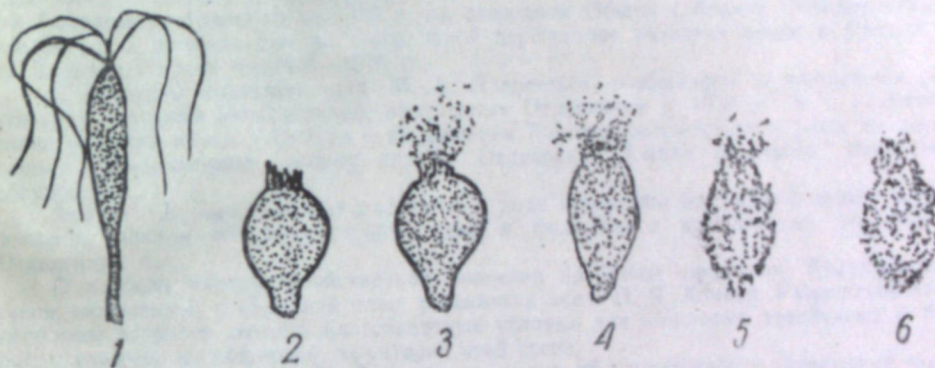


Рис. Последовательные стадии распада тела гидры.

1. До опыта. 2. В момент помещения в озвученную воду. 3. Начало распада тела с кончиков щупалец — конец 1-й минуты. 4 и 5. Распад щупалец и гастрального отдела — 7—8 минуты. 6. Полный распад тела через 20—30 минут.

Даже полуминутное воздействие озвученной водой часто вызывает у гидр явления депрессии, распад щупалец и отторжение клеток эктодермы.

В других опытах мы изучали поведение гидр следующим образом. Испытуемые объекты помещались в каплю енисейской воды рядом с каплей озвученной. Между каплями осторожно проводили водяной мостик. Такие опыты давали возможность наблюдать за поведением гидр путем медленного проникновения в их каплю молекул озвученной воды.

Наблюдения показали, что гидры примерно в течение 5 минут проявляли беспокойные движения: сокращали или вытягивали свое тело, энергично работали щупальцами. На 6—7-ой минуте у некоторых гидр начинался распад с кончиков щупалец, хотя животные продолжали сокращать или вытягивать свое тело. На 13—15-ой минуте гидры погибали, распадалась и принимали вид бесформенной массы.

Выяснив, что озвученная енисейская вода становится ядовитой для гидр, мы сделали попытку установления причины ее токсического действия.

На основании литературных данных [И. Г. Полоцкий, ЖСК, 17, 693 (1947)] и собственных исследований мы вправе были заключить, что действующими агентами должны явиться не короткоживущие радикалы, а стабильные химические продукты, образующиеся во время озвучивания воды.

Анализ показал, что в енисейской воде, во время ее озвучивания, образуется ряд химических веществ, а именно, перекись водорода, азотистая и азотная кислоты. Их количественное определение проводилось по следующей методике: перекись водорода определялась по оптической плотности образующегося комплекса с уранилином тратом на спектрофотометре СФ-4, а азотистая кислота — при помощи реактива Грисса.

Взаимодействие между собой этих веществ и является основной причиной их губительного действия на животных. Такое взаимодействие следует понимать следующим образом. В начале озвучивания азотистая кислота и перекись водорода образуют окислительно-восстановительную систему, в результате которой перекись водорода окисляет азотистую кислоту в азотную. Эта химическая реакция и является причиной накопления азотной кислоты и исчезновения азотистой при длительном озвучивании.



Но так как в енисейской воде содержится ряд неорганических и органических примесей, которые при воздействии ультразвука, возможно, могли бы дать токсичные продукты, то нами были поставлены контрольные опыты с дистиллированной водой. Опыты показали, что озвученная дистиллированная вода вызывала аналогичное действие на гидр, как и енисейская. Это дает право заключить, что действующим фактором являются химические вещества, образующиеся в воде при ее озвучивании.

Красноярский медицинский институт  
Красноярский Институт физики  
Сибирского отделения АН СССР

Поступила в редакцию  
25/1 1960

## ХРОНИКА

### ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

13 января 1960 г. состоялось Общее собрание Сибирского отделения Академии наук СССР. Наряду с обсуждением итогов научно-исследовательской деятельности Сибирского отделения за 1959 г. на очередном Общем собрании Отделения рассматривались предложения по генеральной перспективе развития науки в Сибири и на Дальнем Востоке на 1960—1975 гг.

С докладом выступил акад. М. А. Лаврентьев, сообщивший о важнейших результатах научных исследований, полученных Отделением в 1959 г., и о 15-летнем плане развития науки в Сибири и на Дальнем Востоке, рассмотренном ранее на заседаниях Объединенных ученых советов Отделения. Доклад подвергся широкому обсуждению.

Акад. С. А. Христианович рассказал о ходе строительства Академгородка и выполнении планов объектов строительства в филиалах и комплексных институтах Отделения.

О важном народнохозяйственном значении проблемы орошения Кулундинской степи, включенной в 15-летний план, рассказала акад. П. Я. Кочина. Разрешение этой проблемы позволит создать благоприятные условия для получения устойчивых и богатых урожаев на обширной территории этой степи.

Канд. филос. наук Д. Д. Лубсанов, доложив об итогах работы Бурятского комплексного научно-исследовательского института за истекший год, высказал пожелание об организации советско-монгольской комплексной экспедиции, работы которой могут иметь важное значение для развития производительных сил Восточной Сибири и Забайкалья, а также сопредельных с ними территорий Монгольской Народной Республики.

Выступивший на собрании писатель С. А. Залыгин, гидролог по специальности, остановился на больших научных задачах, стоящих перед учеными при решении проблемы орошения Кулундинской степи и осушения Барабинской низменности. Он поддержал также предложение об организации в Новосибирске Института общественных наук.

О задачах и нуждах Государственной публичной научно-технической библиотеки при Сибирском отделении Академии наук рассказала собранию заместитель директора библиотеки А. В. Кременецкая.

Д-р филос. наук И. И. Матвеевков сообщил о намеченных планах развития сети учреждений общественных наук в Сибири и на Дальнем Востоке.

Общее собрание одобрило итоги научной деятельности Отделения за 1959 г. и предложения по генеральной перспективе развития науки в Сибири и на Дальнем Востоке на 1960—1975 гг.

Были заслушаны два научных доклада: члена-корр. АН СССР В. В. Воеводского — «Исследования по применению парамагнитного резонанса в химии» и чл.-корр. АН СССР Г. Б. Бокия — «Комплексные соединения с кратными связями во внутренней сфере».

### В ОБЪЕДИНЕННОМ УЧЕНОМ СОВЕТЕ ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ И ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

11 и 12 января 1960 г. состоялись очередные заседания Совета.

На Ученом совете обсуждались итоги научно-исследовательской деятельности учреждений Отделения физико-математического и технического профиля за 1959 г. Доклад по этому вопросу сделал академик М. А. Лаврентьев.

Докладчик отметил важную работу, которую выполнили ученые по ознакомле-



нию с промышленностью г. Новосибирска и Сибири, по выяснению задач, требующих помощи ученых. В результате этого перед Сибирским отделением встали новые интересные проблемы, которые должны быть разработаны частично в 1960 г., семилетке и в пятнадцатилетке.

За отчетный период получены важные результаты как теоретического, так и прикладного характера.

Доведен до конца ряд теоретических и экспериментальных работ, связанных с промышленностью.

В Институте математики закончена крупная работа П. П. Белинского «Общие свойства квазиконформных отображений».

В Институте гидродинамики канд. техн. наук О. Ф. Васильевым выполнено теоретическое и экспериментальное исследование по судоподъемникам для высоконапорных гидроузлов. Результаты этой работы уже практически использованы при проектировании крупнейшей гидроэлектростанции — Братской ГЭС.

Важное народнохозяйственное значение имеет парогазовая установка для крупных электростанций, разработанная в Институте теоретической и прикладной механики и в Институте химической кинетики и горения под руководством акад. С. А. Христиановича. Расчеты Теплоэлектропроекта показали, что электростанции с парогазовыми установками будут стоить в 1,5—2 раза дешевле аналогичных перспективных паротурбинных электростанций. Соответствующие материалы по работе подготовлены для передачи в Министерство строительства электростанций.

Институт горного дела в тесном сотрудничестве с горняками Кузбасса предложил более совершенные системы разработки угольных и рудных месторождений. Эти исследования проводились под руководством членов-корреспондентов АН СССР Н. А. Чинакала и Т. Ф. Горбачева.

Институт гидродинамики создал опытный образец установки с пульсирующей струей воды, которая позволяет по-новому подойти к решению проблемы гидродобычи. Крупным научным результатом являются исследования, выполненные в этом же институте канд. техн. наук Б. В. Войцеховским по спиновой детонации.

Ряд важных работ завершен в Институте автоматики и электрометрии (директор член-корр. АН СССР К. Б. Караидеев). Установлены тесные связи Института с промышленностью Новосибирска и Кузбасса.

В истекшем году много усилий было направлено на создание крупных установок для проведения на них в 1960—1961 гг. систематических исследований соответствующих явлений. В Институте математики с Вычислительным центром проведен монтаж узлов быстродействующей вычислительной машины, которая будет смонтирована в Новосибирске и начнет действовать в середине 1960 г. В Институте теоретической и прикладной механики спроектированы и частично построены установки для исследования взаимодействия тел с потоками газа со сверхвысокими скоростями и сверхвысокими температурами. Ряд установок спроектирован и создан в институтах Гидродинамики, Транспортно-энергетическом, Горном и других.

Как крупный вклад Отделения в промышленность отмечены внедренные в аэроэлектроразведку полезных ископаемых, разработанные Институтом автоматики и электрометрии ряд методов и приборов для этих целей; методы по разрушению и взрыву скальных пород на дне рек, предложенные Институтом гидродинамики; новые высокопроизводительные буровые агрегаты и системы разработки угольных и рудных месторождений, выполненные в Институте горного дела.

Ученый совет обсудил совместный доклад акад. С. А. Христиановича и члена-корр. АН СССР Т. Ф. Горбачева о проблемах исследований и развитии сети научных учреждений в Сибири и на Дальнем Востоке по физико-математическим и техническим наукам за период 1960—1975 гг. Намечено создание новых крупных научных центров в Красноярске, в Иркутске, в районе Хабаровска — Владивостока и развитие Новосибирского центра. Запланирована разработка важнейших проблем в области энергетики, которые должны обеспечить проведение полной электрификации страны; в области перспектив широкого использования атомной и термоядерной энергии в народном хозяйстве; по разработке проблем математики, механики, радиоэлектроники, автоматики и механизации отраслей промышленности, применения взрыва в народном хозяйстве и др.

Акад. С. Л. Соболев доложил Ученому совету об издательской деятельности Отделения по физико-математическим и техническим наукам в 1959 г. и перспективах ее расширения в 1960 г.

Ученый совет заслушал доклад канд. физ.-мат. наук Ю. Г. Шафера «О результатах работы Лаборатории космических лучей Якутского филиала СО АН СССР по программе МГГ и МГС» и принял решение о дальнейшем развитии исследований в области космических лучей, земного магнетизма, северных сияний, ионосферы. Намечено создать при Якутском филиале Институт физических исследований.

Впервые в Сибирском отделении были проведены защиты диссертаций. 11 января 1960 г. старший научный сотрудник Института математики СО АН СССР канд. физ.-мат. наук П. П. Белинский защитил докторскую диссертацию на

тему «Общие свойства квазиконформных отображений». Официальными оппонентами выступали акад. М. А. Лаврентьев, акад. И. Н. Векуа, д-р физ.-мат. наук, проф. Л. И. Волковский. Ученый совет единогласно присудил ученую степень д-ра физ.-мат. наук П. П. Белинскому.

12 января 1960 г. была проведена защита двух кандидатских диссертаций. Научный сотрудник Института ядерной физики СО АН СССР Б. В. Чириков успешно защитил диссертацию на тему «Нелинейные колебания в системах, близких к консервативным». Официальными оппонентами выступали д-р физ.-мат. наук М. С. Рабинович и д-р физ.-мат. наук Ю. Б. Румер.

Научный сотрудник этого же Института С. Н. Родионов защитил диссертацию на тему «Экспериментальное изучение поведения заряженных частиц в адиабатической ловушке». Официальными оппонентами были акад. Л. А. Арцимович и канд. физ.-мат. наук И. Н. Головин; дополнительными оппонентами — член-корр. АН СССР Г. И. Будкер и д-р физ.-мат. наук М. С. Рабинович.

*А. К. Черненко.*

### В ОБЪЕДИНЕННОМ УЧЕНОМ СОВЕТЕ ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ

11—12 января проведены очередные заседания объединенного Ученого совета СО АН СССР по химическим наукам, на которых рассмотрены отчеты руководителей химических учреждений Отделения за 1959 г. Из числа важнейших достижений отмечены следующие. Начато изучение в Сибири структур силикатов (член-корр. АН СССР Г. Б. Бокый, канд. физ.-мат. наук Р. Ф. Клевцова), разработаны представления, позволяющие осуществлять направленный синтез экстрагентов (член-корр. АН СССР А. В. Николаев), измерены радиационные выходы радикалов при облучении бензола, дифенила и терфенила (член-корр. АН СССР В. В. Воеводский), выяснено влияние примесей кислорода на скорость полимеризации этилена при применении окислородных катализаторов (член-корр. АН СССР Г. К. Боресков), разработан способ получения фторхлорпроизводных действием хлора на фторбромпроизводные (член-корр. АН СССР Н. Н. Ворожцов, Г. Г. Яковсон), получены новые фторкремнеорганические соединения и ацетиленовые кремнеорганические спирты (д-р хим. наук М. Ф. Шостаковский, канд. хим. наук Б. А. Соколов, канд. хим. наук Н. В. Комаров), установлены условия использования шламовых отходов производства для выпуска вяжущих материалов (канд. техн. наук А. Т. Логвиненко, канд. техн. наук Г. Д. Урываева), осуществлен синтез двух сцинтилляторов, один из которых принят к внедрению (канд. хим. наук И. Л. Котляревский).

Ученые-химики оказывают широкую помощь предприятиям и совнархозам.

При рассмотрении основных предложений о развитии химии в Сибири и на Дальнем Востоке на период 1960—1975 гг. определены узловые проблемы (например всесторонняя химизация народного хозяйства Сибири и Дальнего Востока), по которым должны развиваться научные исследования. Эти исследования будут проводиться в тесном контакте с химиками других учреждений, объединенных Отделением химических наук АН СССР. Для реализации этих предложений предполагается создать химические учреждения в Красноярске, Иркутске, Хабаровске, Владивостоке.

Одно из заседаний Совета было посвящено защите докторской диссертации С. С. Бацановым на тему «Новые рефрактометрические методы структурной химии». Более 150 представителей общественности присутствовали на интересной дискуссии, развернувшейся после доклада диссертанта. В дискуссии участвовали официальные оппоненты: д-р хим. наук А. В. Аблов, д-р хим. наук Г. Х. Камай, д-р хим. наук Б. В. Птицын, член-корр. АН СССР Г. Б. Бокый, член-корр. АН СССР В. В. Воеводский. Ученый совет единогласно постановил представить диссертацию С. С. Бацанова в ВАК на присуждение ученой степени доктора химических наук.

На заседании Совета было заслушано два научных доклада. Доклад д-ра хим. наук В. Т. Быкова «Некоторые проблемы теории адсорбции и исследования природных сорбентов Дальнего Востока» был посвящен итогам 10-летней работы автора с коллективом сотрудников, проведенной в Дальневосточном филиале СО АН СССР. Правильный теоретический подход, сочетание различных методов исследования — все это позволило выявить взаимосвязь структуры сорбентов с их эффективностью при очистке нефтепродуктов, применении для целей отбеливания. В обсуждении доклада и направлений дальнейшего развития исследований приняли участие члены-корреспонденты АН СССР Г. К. Боресков и А. В. Николаев, канд. хим. наук Б. А. Фролов, канд. хим. наук Е. П. Ожигов, д-р хим. наук Г. В. Рудаков.



Доклад канд. хим. наук В. А. Коптюга «О механизме миграции заместителей в ароматических соединениях» был посвящен определению, с применением изотопа углерода-14, соотношения между внутри- и межмолекулярными механизмами изомеризации монозамещенных ароматических соединений. В обсуждении этого интересного доклада участвовали член-корр. АН СССР В. В. Воеводский и др.

На заседании Ученого совета были рассмотрены также квалификационные дела и ряд организационных вопросов.

*К. Е. Миронов.*



## ПАМЯТИ

**СЕРГЕЯ УЛЬЯНОВИЧА СТРОГАНОВА**

(1904—1960)

24 марта 1960 г. в Новосибирске безвременно скончался крупный ученый, доктор биологических наук профессор С. У. Строганов.

В лице Сергея Ульяновича Строганова наука потеряла выдающегося зоолога, оставившего ряд ценнейших работ в области териологии, систематики и зоогеографии.

Сергей Ульянович родился 29 сентября 1904 г. в деревне Погорелово бывшей Тверской губернии в семье крестьянина. В 1919 г. он вступил в комсомол, а уже в 1920 г. был избран секретарем Гриминского райкома РКСМ и работал в этой должности два года.

Сергей Ульянович был делегатом III съезда РКСМ, состоявшегося в октябре 1920 г. Историческое выступление В. И. Ленина о коммунистическом воспитании молодого поколения пробудило у него, как и у многих молодых людей, выходцев из трудящегося народа, неудержимую тягу к знаниям, к науке. В 1922 г. по путевке комсомола Сергей Ульянович выехал в Тверь, где поступил на рабфак. Окончив рабочий факультет, он в 1925 г. поступил на первый курс Тверского педагогического института. В 1925 г. С. У. Строганов вступает в ряды Коммунистической партии.

После окончания института в 1930 г. он был принят в аспирантуру биологического факультета Московского государственного университета. За время пребывания в университете Сергей Ульянович прошел хорошую школу зоолога, выполнил ряд работ по фауне млекопитающих Валдайской возвышенности.

В 1936 г. уже зрелым ученым С. У. Строганов поступил в докторантуру Академии наук СССР в Ленинграде. После ее окончания он работал в Зоологическом институте Академии наук СССР, сначала в должности старшего научного сотрудника, а затем заместителя директора института.

Исследования, проведенные С. У. Строгановым в этот период, были направлены на выяснение морфологии, систематики и экологии насекомоядных млекопитающих фауны СССР. За работу «Монографический очерк семейства *Talpidae*» ему присвоена степень доктора биологических наук.



В тяжелый 1941 год Сергей Ульянович, как и многие советские ученые, ушел на фронт. Он участвовал в боях против немецко-фашистских войск при защите Ленинграда; был награжден тремя медалями. В начале 1942 г. был ранен и тяжело контужен. После выздоровления вернулся в Зоологический институт АН СССР, где до 1949 г. работал старшим научным сотрудником.

Продолжая ранее начатые исследования, Сергей Ульянович в 1948 г. опубликовал капитальный труд по систематике кротовых (*Talpidae*). В 1949 г. вышла в свет его работа «Определитель млекопитающих Карелии». Кроме того, за это время он опубликовал ряд работ, посвященных систематике, экологии и географическому распространению тугайного оленя, таджикского черно-золотистого фазана, перевязки, рыжей полевки, некоторых антилоп Центральной Азии и т. д.

Наряду с исследовательской работой Сергей Ульянович занимался педагогической деятельностью. Будучи научным сотрудником Зоологического института АН СССР, он читал курс зоологии позвоночных в Карельском университете. В 1947 г. ему было присвоено ученое звание профессора. В 1949—1950 гг. Сергей Ульянович заведывал кафедрой зоологии позвоночных в Томском государственном университете; в 1950—1951 гг. работал профессором Таджикского государственного университета. Однако вскоре из-за болезни ему пришлось оставить педагогическую деятельность и в 1951 г. он перешел в Биологический институт Западно-Сибирского филиала (ныне Сибирского отделения) Академии наук СССР, где проработал до конца своих дней.

Возглавляя коллектив зоологов Биологического института, Сергей Ульянович организовал ряд экспедиций и тематических поездок на Анадырь, в тундру, на Алтай, в Саяны и т. д. В результате сотрудниками руководимой им лаборатории были собраны ценнейшие данные о географическом распространении, экологии и систематике насекомых, грызунов, хищных и других млекопитающих.

В 1957 г. С. У. Строганов опубликовал замечательный труд «Звери Сибири. Насекомоядные», посвятив его своему учителю и другу, незабвенному С. И. Огневу — профессору Московского государственного университета. В этой книге он подвел итоги своих почти двадцатилетних исследований отряда насекомоядных, дал подробнейшее описание каждого вида и подvida в отдельности по морфологическим признакам, географическому распространению и образу жизни. Последние дни своей жизни Сергей Ульянович упорно работал над окончанием второго тома задуманной им серии «Звери Сибири». Это крупный труд, включающий богатые оригинальные данные по систематике, географическому распространению, экологии и хозяйственному значению хищных млекопитающих Сибири.

Сергей Ульянович ушел от нас в расцвете творческих сил, не успев завершить начатой им большой работы, закончить которую теперь предстоит его ученикам.

Разрабатывая вопросы систематики, С. У. Строганов большое внимание уделял проблеме вида. Им опубликована статья и сделан ряд докладов, посвященных таксономии вида, дана критика формальных направлений в систематике и т. д. Будучи страстным охотником, он занимался многими проблемами кинологии, был экспертом всесоюзной категории по собаководству, опубликовал книгу «Охотничьи собаки» (1959 г.).

Сергей Ульянович всегда был требовательным к себе и к своим ученикам, отличался принципиальностью и остротой ума в суждениях, обладал большим трудолюбием.

Все свои силы и знания он отдал своему народу. На научных трудах С. У. Строганова многие годы будут учиться молодые поколения зоологов.

А. И. Черепанов.

## СПИСОК ТРУДОВ,

опубликованных С. У. Строгановым

1. Фауна млекопитающих Валдайской возвышенности. Зоол. журн., т. XIII, вып. 4, 1934; т. IX, вып. 1, 3, 1936.
2. Заметки по фауне промысловых млекопитающих северо-восточной части Западной области. Уч. зап. Моск. гос. ун-та, вып. II, 1934.
3. Об охоте и состоянии охотхозяйства в Калининской области. Боец-охотник, № 11, 1935.
4. О таксономическом положении *Rattus rattus* L. и о распространении ее в СССР. Сб. НИИЗ МГУ, № 3, 1936 (реферат с дополнениями).
5. Новые данные по систематике некоторых грызунов. Сб. НИИЗ МГУ, № 3, 1936.
6. Новый подвид черной крысы *Rattus rattus ruthenus* subsp. n. Сб. НИИЗ МГУ, № 3, 1936. (Совместно с С. И. Огневом).
7. Новые формы садовой соны *Eliomys quercinus superans* subsp. n. Из Восточной Европы. Сб. НИИЗ МГУ, № 3, 1936. (Совместно с С. И. Огневом).
8. Заметки по фауне промысловых млекопитающих Западной области. Там же (реферат).
9. Методика определения возраста и анализ возрастного состава популяций горностая (*Mustela erminea* L.). Зоол. журн., т. XVI, вып. 1, 1937.
10. Краткий обзор исследований по млекопитающим в СССР за двадцать лет (1917—1937). Изв. АН СССР, 1937, стр. 1503—1515. (Совместно с В. С. Виноградовым, В. И. Громовой и др.).
11. Морфологические особенности слуховых косточек современных *Talpidae*. Зоол. журн., т. XX, вып. 3, 1941.
12. Насекомоядные млекопитающие фауны СССР. ДАН СССР, т. XXXIII, № 3, 1941.
13. Монографический очерк семейства *Talpidae*. Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Л., 1942.
14. Новые формы насекомоядных млекопитающих. ДАН СССР, т. XLIV, № 3, 1944.
15. Тугайный олень, или гавас, в Таджикистане. Тезисы докладов ЗИН АН СССР, Сталинабад, 1945.
16. Материалы по экологии зайца-песчаника (*Lepus tibitanus buchariensis* Ogn.) по наблюдениям в Южном Таджикистане. Изв. Тадж. фил. АН СССР, № 5, 1945. (Совместно с А. С. Строгановой).
17. Тугайный олень, или гавас (*Cervus bactrianus* Lydekher). Реф. н.-и. работ за 1944 г., отд. биол. наук АН СССР, 1945.
18. Материалы по размножению таджикского черно-золотистого фазана. Там же.
19. Morphological characters of the Auditory ossicles of recent *Talpidae*. Journ. Mammal., vol. 26, № 4, 1945.
20. Материалы по размножению таджикского черно-золотистого фазана (*Phasianus chrysomelas bianchi* Buturl.). Бюлл. МОИП, отд. биол., т. I—II, вып. 1, 1946.
21. Основоположник русской гидробиологии (памяти академика С. А. Зернова). Природа, № 2, 1946.
22. Гибель фазана от бескормицы в многоснежную зиму 1945 г. в Гиссарской долине. Природа, № 3, 1946.
23. Сергей Иванович Огнев. К 60-летию со дня рождения и 40-летию научной деятельности. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. LI, вып. 4—5, 1946.
24. Новые данные по систематике перевязки (*Vormela peregusna* Gueld.). Тр. ЗИН АН СССР, т. VII, вып. 3, 1948.
25. Систематика кротовых (*Talpidae*). Тр. ЗИН АН СССР, т. VIII, вып. 2, 1948.
26. С. И. Огнев. Звери СССР и прилежащих стран. Т. V. Грызуны. Рецензия. Зоол. журн., т. XXVII, вып. 4, 1948.
27. Новый подвид рыжей полевки. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. LIII, вып. 6, 1948. (Совместно с В. В. Турьевой).
28. К систематике и географическому распространению некоторых антилоп Центральной Азии. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. LIV, вып. 4, 1949.
29. Задачи исследования наземных позвоночных животных Карело-Финской ССР. Природные ресурсы, история и культура Карело-Финской ССР. Тр. первой науч. сессии Карело-Финского гос. ун-та, вып. II, Петрозаводск, 1949.
30. Определитель млекопитающих Карелии. Изд. Карело-Финского гос. ун-та, Петрозаводск, 1949.
31. Обзор подвидов и географического распространения крошечной бурозубки (*Sorex ischershii* Ognev). Уч. зап. Томск. гос. ун-та, № 12, 1949.
32. К характеристике фауны грызунов Томской области. Уч. зап. Томск. гос. ун-та, № 14, 1950. (Совместно с А. Ф. Потапкиной).
33. К систематике и распространению двух малозученных видов бурозубок Средней и Центральной Азии. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. LVII, вып. 5, 1952.



34. Важная задача ученых-зоологов. К XIX съезду ВКП(б). Газ. «Советская Сибирь», № 234 (9770), 2 октября 1952 г.
35. Грызуны. Отряд *Glires*. Атлас охотничьих и промысловых птиц и зверей СССР, том второй, изд. АН СССР, М., 1953. (Совместно с А. И. Аргиропуло, В. С. Виноградовым и др.).
36. Хищные. Отряд *Carnivora*. Там же. (Совместно с А. И. Аргиропуло, Г. А. Новиковым и др.).
37. Парнокопытные. Отряд *Artiodactyla*. Там же. (Совместно с Г. А. Новиковым, В. В. Петровым и К. К. Флеровым).
38. Новый для фауны Сибири вид землеройки. Тр. Биол. ин-та Зап.-Сиб. фил. АН СССР, вып. 1, Новосибирск, 1956.
39. Материалы по систематике сибирских млекопитающих. Там же.
40. Материалы к познанию терлофауны Советского Союза (систематические и номенклатурные заметки). Там же.
41. К систематике некоторых видов грызунов Западной Сибири. Тр. Томск. гос. ун-та № 142, 1956. (Совместно с Б. С. Юдиным).
42. О некоторых формальных направлениях в систематике. Тезисы докл. IX научн. конф. Новосиб. сельскохоз. ин-та, Новосибирск, 1957.
43. Фазан в Таджикистане. Охота и охотн. хоз., № 4, 1957.
44. К вопросу о происхождении фауны насекомоядных Сибири. Изв. вост. фил. АН СССР, № 2, 1957.
45. О виде и его систематических критериях в зоологии. Изв. вост. фил. АН СССР, № 6, 1957.
46. Обзор исследований животного мира Сибири за советский период (1917—1957) и задачи дальнейшего изучения его. Тезисы докл. совещ. зоологов Сибири, Новосибирск, 1957. (Совместно с А. И. Черепановым).
47. Звери Сибири. Насекомоядные. Изд. АН СССР, М., 1957.
48. К распространению и таксономии белозубки-малютки Средней Азии (*Suncus etruscus bactrianus* subsp. n.) Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 1, 1958.
49. Памяти Николая Петровича Красинского. Тр. по лесному хозяйству Зап. Сибири, вып. 4, Новосибирск, 1958. (Совместно с З. Н. Брянцева).
50. Обзор подвидов степного хоря (*Putorius evermanni* Lesson.) сибирской фауны. Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 11, 1958.
51. Краткий обзор работ по изучению животного мира Сибири за советский период (1917—1957). Тр. Биол. ин-та Сиб. отд. АН СССР, вып. 5, Новосибирск, 1959. (Совместно с А. И. Черепановым).
52. Материалы к характеристике и экологии тугайного оленя (*Cervus bactrianus* Lydekker). Тр. Биол. ин-та Сиб. отд. АН СССР, вып. 5, Новосибирск, 1959.
53. О гладком еже (*Hemiechinus hamalacanthus* Stroganov). Тр. Биол. ин-та Сиб. отд. АН СССР, вып. 5, Новосибирск, 1959.
54. Японский колонок, или итатси (*Mustela itatsi* Temminck), на Сахалине. Изв. Сиб. отд. АН СССР, № 3, 1960.
55. О стандартах охотничье-промысловых собак. Сов. охота, № 10, 1939.
56. Английский сеттер. Обзор ведения породы за 15 лет. Сб. «Охотн. собаки Ленинграда» под ред. С. У. Строганова. Изд. Ленингр. общ. кровного собаководства, Л., 1947.
57. Принципы построения стандартов охотничьих и промысловых собак. Там же.
58. К вопросу о пустых стойках. Охота и охотн. хоз., № 11, М., 1957.
59. Охотничьи собаки. Новосибирское кн. издательство, 1959.

Художественный редактор А. А. Феδιαметов,  
Технический редактор О. А. Локишина, Корректоры: Р. П. Ефимова, Г. Ф. Приматова.

Подписано к печати 2 апреля 1960 г. МН 08572. Бумага 70×108<sub>16</sub>—4,25 бум. л. 11,54 печ. л.  
12,43 уч.-изд. л. Заказ № 263. Тираж 1500.

Издательство Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск, Советская, 20. Типография № 1  
Полиграфиздата, Новосибирск, Красный проспект, 20. Цена 7 руб.



## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

1. Статьи, направляемые в журнал, должны кратко освещать еще не опубликованные результаты исследований по актуальным научным проблемам, полученные за последние два-три года.

2. Объем каждой статьи не должен превышать 1 авторского листа, включая библиографию и иллюстративный материал.

3. На публикацию материалов, представляемых в редакцию, требуется письменное разрешение руководства организации, на средства которой проводились работы, и соответствующая документация, удостоверяющая возможность печатания их в журнале.

4. Рукописи статей и иллюстративный материал к ним представляются в двух экземплярах. Рукопись должна быть четко перепечатана на машинке, через два интервала, на одной стороне листа, тщательно вычитана и подписана автором.

5. Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения в корректуре не допускаются. Иногородним авторам корректурa не высылается.

6. Формулы, латинские, греческие и т.п. выражения следует давать только в случаях необходимости, вписывая их на машинке или от руки (темными чернилами или тушью) четко и ровно, чтобы не было никаких сомнений при чтении каждого знака.

Во избежание недоразумений нужно делать ясное различие между заглавными и строчными буквами в формулах, имеющими одинаковое начертание (V и v, O и o, W и w, K и k, P и p, C и c), подчеркивая заглавные буквы двумя черточками снизу (S), а строчные — сверху (s).

7. Тоновые иллюстрации (фото) должны быть сделаны с хорошего негатива, контрастной печатью. Штриховые же должны быть выполнены ровно наложенной тушью на кальке, допускается также плотная белая бумага.

Не рекомендуется рисунки и чертежи загромождать надписями, лучше детали рисунка занумеровать и дать расшифровку номеров в подрисуночной подписи.

Все иллюстрации к статье должны иметь сквозную нумерацию. Номера эти проставляются простым карандашом на каждом рисунке или чертеже, а также в рукописи на левом поле страницы, против соответствующего места в тексте (включать иллюстрации в текст рукописи нельзя). Кроме того, на обороте каждого рисунка ставится название статьи и фамилия автора. В рукопись должна быть вложена опись иллюстраций (в 2 экземплярах) согласно их порядковой нумерации.

Авторы должны избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статей.

8. Библиографические списки: а) литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; б) библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга запятыми; в) цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: т. III, вып. 7, изд. 2; г) в тексте ссылка на литературу, перечисленную в библиографическом списке, помещенном в конце статьи, делается по такой форме: «Павлов [10, 11] указывает...».

Числа 10, 11, взятые в квадратные скобки, показывают порядковые номера трудов в библиографическом списке.

### Схема перечня библиографических данных

Для книг: фамилия и инициалы автора, название книги, название издательства (Медгиз, Техиздат), место издания, год издания (слово «год» не ставится, например: 1956).

Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала (альманаха, газеты), том или выпуск (т. III, вып. 7), номер, год.

Говоря о месте издания, слова «Москва» и «Ленинград» можно заменять начальными буквами.

Статьи направлять по адресу: Новосибирск, ул. Советская, 20, комн. 428 — редакции журнала.