

# ВЕСТНИК

*Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина*

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ



А  
ИСТА  
ИКА

3

1983

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

- ✓ Скумс В. Ф., Валецкий Б. Л., Скоропанов А. С., Вечер А. А., Масленко Ю. С., Пинк Р. Л. Исследование поведения тройных халькогенидов на основе теллурида германия в условиях сверхвысоких давлений . . . . . 3
- Ажар Г. В., Калентьев В. К., Пансевич В. В., Браицкий Г. А., Биктимиров Р. С. Структурометрические свойства галогенидосеребряных пленок с уменьшенным содержанием серебра при использовании медных физических проявителей Любкина И. Я., Кононюк И. Ф. Электрические свойства сложных оксидов (La<sub>1-x</sub>St<sub>x</sub>)FeO<sub>3</sub> . . . . . 5
- Ажар Г. В., Гаевская Т. В., Рогач Л. П., Сташюнок В. Д., Шевченко О. А. Особенности усиления серебряного изображения на различных типах фотоматериалов в никель-боргидридном физическом проявителе . . . . . 8
- Покровский И. И., Лугаков Н. Ф. Самодиффузия меди в тиноарсените меди (I) . . . . . 11
- Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип, Нахар Саумен. Взаимодействие ацеталей 2-алкил-2-формилоксиранов с некоторыми нуклеофильными реагентами . . . . . 14
- Сытин В. Н., Тищенко И. Г., Субоч В. П., Красовская Л. И. Об одной ошибочной трактовке строения продукта реакции халкона с ортонитроанилином . . . . . 16

## БИОЛОГИЯ

- Сауткина Т. А., Сауткина Н. И. Род *Eriobium* L. во флоре Белоруссии . . . . . 23
- Бабицкий В. А. Экологические группировки донной микрофауны в трех озерах разного типа . . . . . 26
- Камлюк Л. В. Чистая эффективность роста популяций массовых видов ракообразных прудового зоопланктона . . . . . 30
- Шалапенок Е. С., Запольская Т. И. Структура комплекса долгоносиков древесных насаждений и сопредельных биотопов . . . . . 33
- Сельсков А. Н. Лизогения низинобразующих штаммов молочнокислых стрептококков . . . . . 37
- Атанасов Н. И., Терехович В. Ф. К морфологической характеристике рыжей полевки (*Clethrionomus glareolus pirinus* Wolf, 1940) популяции резервата «В. Коларова» (Болгария) . . . . . 40

## ГЕОГРАФИЯ

- Ермоленко В. А., Жmoidяк Р. А., Клементьев В. П. Развитие морфосистемы в Солигорском промышленном районе и ее геоморфологическое картографирование в связи с проблемой рационального природопользования . . . . . 44
- Широков В. М., Лопух П. С. Комплексные стационарные исследования формирования искусственных водных ландшафтов (на примере малых водохранилищ БССР) . . . . . 47
- Базыленко Г. М., Бычук С. В., Ошерова Т. Г. Изменение основных гидрографических характеристик и водного режима бассейна реки Цны под влиянием мелiorации . . . . . 50
- Богдель И. И. Изменение растительного покрова Белоруссии в раннем голоцене . . . . . 56
- Василевская М. К., Глазкова Л. Н. Влияние осушительных мелiorаций на качественный состав некоторых луговых фитоценозов . . . . . 59
- Мякова В. Г. Палеогеография болот и ее значение для териологии . . . . . 64
- И. Е., Тимошенко М. К., Крупнова Э. В. Возделывание мелiorированных дерново-подзолистых почвах . . . . . 68

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Получение и свойства фотослоев на основе . . . . . 73
- Пинк Р. Л., Масленко Ю. С., Кулиев А. А., М. С., Бабанлы М. Б. Фаза высокого да- . . . . . 74

## КА

гическим исследованиям в Бело-



# ВЕСТНИК

*Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина*

НАУЧНО ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1969 года  
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

№ 3  
ОКТАБРЬ

Фундаментальная библиотека

БГУ



01152538

БІБЛІЯТЭКА  
БЕЛОРУСЬСЬКАГО  
УНІВЕРСІТАЭТА  
ІМЯ У. І. ЛЕНІНА

**Главная редакционная коллегия журнала:**

**М. Д. ТИВО** (*главный редактор*),  
**П. Н. БАРАНОВСКИЙ** (*ответственный секретарь*), **И. И. ЖБАНКОВА**, **В. Г. ИВАШИН**, **В. Г. РУДЬ** (*зам. главного редактора*), **А. Е. СУПРУН**, **И. Г. ТИЩЕНКО**

**Редакционная коллегия серии:**

**И. Г. ТИЩЕНКО** (*ответственный редактор*),  
**С. М. ЗУБОВ**, **М. Ф. КУКУЛЯНСКАЯ** (*ответственный секретарь*), **И. К. ЛОПАТИН**, **Е. Ф. ЛУНЕЦ**, **А. Г. МЕДВЕДЕВ**, **Е. П. ПЕТРЯЕВ**, **А. Т. ПИКУЛЕВ** (*зам. ответственного редактора*), **В. В. СВИРИДОВ**, **Г. Л. СТАРОБИНЕЦ**, **Ю. К. ФОМИЧЕВ**, **В. М. ШИРОКОВ**, **А. С. ШУКАНОВ**, **О. Ф. ЯКУШКО**

**ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени В. И. ЛЕНИНА**

Серия II. хим., биол., геогр., 1983, № 3

*Редактор И. П. Стрельчя*  
*Младший редактор Г. М. Добыш*  
*Художественный редактор С. В. Балаенок*  
*Технический редактор и корректор Г. И. Хмарун*

Сдано в набор 30.06.83. Подписано в печать 12.10.83. АТ 16838. Формат 70×108/16. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,52. Уч.-изд. л. 7,75. Тираж 850 экз. Заказ 366. Цена 85 коп.

Издательство Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина, 220048, Минск, проспект Машерова, 11. Адрес редакции: 220080, Минск, Университетский городок, ул. Бобруйская, 7, тел. 20-65-42.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белоруссии, 220041, Минск, Ленинский пр., 79.



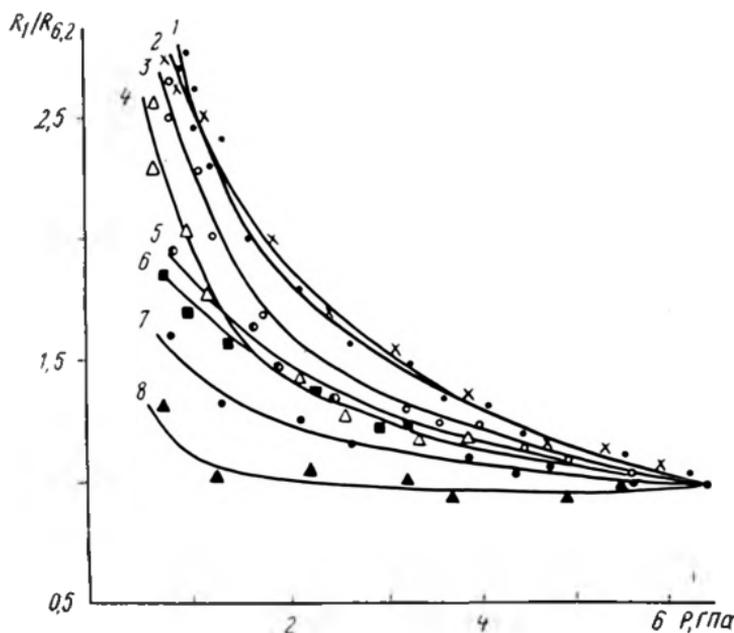
УДК 541.12.034.2 : 669.083.2

В. Ф. СКУМС, Б. Л. ВАЛЕВСКИЙ,  
А. С. СКОРОПАНОВ, А. А. ВЕЧЕР,  
Ю. С. МАСЛЕНКО, Р. Л. ПИНК

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТРОЙНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДОВ НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА ГЕРМАНИЯ В УСЛОВИЯХ СВЕРХВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

Исследование электрических свойств тройных теллуридов при сверхвысоких давлениях (СВД) представляет интерес как в научном, так и в практическом плане, тем более, что сведения такого рода в литературе представлены недостаточно. Относительная «рыхлость» кристаллических структур трехкомпонентных интерметаллидов на основе теллурида германия позволяет предположить, что уменьшение межатомных расстояний, обусловленное значительным повышением давления, может привести к их переходу в более плотные структурные формы.

Цель настоящей работы — исследование влияния сверхвысоких давлений (до 6,2 ГПа) на электросопротивление соединений системы  $\text{GeTe} - \text{Bi}_2(\text{Sb}_2)\text{Te}_3$ . В этой системе, согласно [1, 2], образуются следующие соединения:  $\text{GeBi}_4(\text{Sb}_4)\text{Te}_7$ ,  $\text{GeBi}_2(\text{Sb}_2)\text{Te}_4$ ,  $\text{Ge}_3\text{Bi}_2\text{Te}_6$ ,  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ , которые в сильно сжатом состоянии ранее не изучались.



Зависимость относительных электросопротивлений соединений  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  (1),  $\text{GeBi}_4\text{Te}_7$  (2),  $\text{Ge}_3\text{Bi}_2\text{Te}_6$  (3),  $\text{GeBi}_2\text{Te}_4$  (4),  $\text{GeSb}_4\text{Te}_7$  (5),  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  (6),  $\text{GeSb}_2\text{Te}_4$  (7),  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  (8) с ростом давления

Интерметаллиды  $\text{GeTe} - \text{Bi}_2(\text{Sb}_2)\text{Te}_3$  синтезировались сплавлением металлов полупроводниковой чистоты, взятых в стехиометрических количествах, в вакуумированных до  $1-1,5$  Па кварцевых ампулах с 5-часовой выдержкой в жидком состоянии ( $1250 \pm 10$  К) при постоянном встряхивании с последующим двухступенчатым гомогенизирующим отжигом ( $600 \pm 10$  и  $400 \pm 10$  К). Идентификация интерметаллидов осуществлялась методами дифференциального термического и рентгенофазового анализа.

Исследование зависимости электросопротивления от давления проводилось на порошкообразных образцах с помощью твердофазной техники сверхвысоких давлений на аппаратах «наковальня с лункой» типа «торонд» [3]. Давление определялось манометром, проградуированным по фазовым переходам  $\text{Bi}$ ,  $\text{Tl}$ ,  $\text{PbTe}$ . Падение напряжения измерялось полуавтоматическим потенциометром постоянного тока Р363/2, величина тока — миллиамперметром М82.

С целью исключения возможных неомических явлений в контактах проводились два измерения для противоположных направлений тока. Разброс экспериментальных величин не выходил в этом случае за пределы точности измерения электросопротивления.

Опыты осуществлялись при комнатной температуре на 4—6 образцах для каждого материала. Погрешность измерения электросопротивления составляла 0,5—1,5, а давления 2—3 %.

На рисунке показана зависимость относительного электросопротивления  $R_i/R_{6,2}$  для соединений системы  $\text{GeTe} - \text{Bi}_2\text{Te}_3$  ( $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ) от давления (где  $R_{6,2}$  — электросопротивление при 6,2 ГПа, а  $R_i$  — при других давлениях). Как видно из рисунка, при сжатии веществ наблюдается плавное уменьшение их относительного электросопротивления, а при декомпрессии — монотонное увеличение  $R_i/R_{6,2}$ , что указывает на отсутствие в исследованных материалах фазовых превращений, инициируемых давлением до 6,2 ГПа.

Полученная информация позволила дать приближенную оценку влияния давления на изменение ширины запрещенной зоны ( $\Delta(\Delta E)$ ). С этой целью первоначально вычислялся пьезокоэффициент электросопротивления ( $\alpha$ ). Учитывая слабую зависимость подвижности и эффективных масс носителей зарядов от давления и пренебрегая эффектом изменения геометрических параметров образца [4, 5], можно представить  $\alpha$  следующим образом:  $\alpha = \frac{1}{R} \Delta R / \Delta P \cong \frac{1}{\rho} \Delta \rho / \Delta P = \frac{1}{2kT} \Delta(\Delta E) / \Delta P$ ,  $\rho$  — исходное удельное электросопротивление, а  $\Delta P$  — изменение давления.

Результаты оценки  $\rho$ ,  $\alpha$ ,  $\Delta(\Delta E)$  и  $\beta = \frac{\Delta(\Delta E)}{\Delta P}$  (эта величина характеризует изменение ширины запрещенной зоны материала с ростом давления) приведены в таблице.

Некоторые электробарические характеристики систем  $\text{GeTe} - \text{Bi}_2(\text{Sb}_2)\text{Te}_3$

Вещество	$\rho$ , Ом·м	$\alpha$ , ГПа <sup>-1</sup>	$\beta$ , эВ/ГПа	$\Delta(\Delta E)$ , эВ
$\text{Bi}_2\text{Te}_3$	$1,78 \cdot 10^{-5}$	$-2,9 \cdot 10^{-1}$	$-1,51 \cdot 10^{-2}$	0,080
$\text{GeBi}_4\text{Te}_7$	$2,70 \cdot 10^{-5}$	$-3,0 \cdot 10^{-1}$	$-1,56 \cdot 10^{-2}$	0,083
$\text{GeBi}_2\text{Te}_4$	$2,37 \cdot 10^{-5}$	$-3,5 \cdot 10^{-1}$	$-1,82 \cdot 10^{-2}$	0,097
$\text{Ge}_3\text{Bi}_2\text{Te}_6$	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$-3,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,60 \cdot 10^{-2}$	0,085
$\text{Sb}_2\text{Te}_3$	$0,66 \cdot 10^{-5}$	$-5,7 \cdot 10^{-2}$	$-2,97 \cdot 10^{-3}$	0,016
$\text{GeSb}_4\text{Te}_7$	$0,54 \cdot 10^{-5}$	$-8,9 \cdot 10^{-2}$	$-4,70 \cdot 10^{-3}$	0,025
$\text{GeSb}_2\text{Te}_4$	$0,21 \cdot 10^{-5}$	$-6,3 \cdot 10^{-2}$	$-3,30 \cdot 10^{-3}$	0,018
$\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_3$	$0,46 \cdot 10^{-5}$	$-8,1 \cdot 10^{-2}$	$-4,20 \cdot 10^{-3}$	0,021

Как видно из таблицы, соединения системы  $Sb_2Te_3 - GeTe$  и  $Bi_2Te_3 - GeTe$  обладают относительно небольшими  $\rho$ . У интерметаллидов  $Sb_2Te_3 - GeTe$  наблюдается слабая зависимость электросопротивления от давления. Более сильная зависимость отмечена у соединений  $Bi_2Te_3 - GeTe$ , в этом случае внешнее давление существеннее влияет на ширину запрещенной зоны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрикосов Н. Х., Банкина В. Ф., Порецкая Л. В., Скудниова Е. В., Чижевская С. Н. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе.— М., 1975, с. 150.
2. Чижиков Д. М., Счастливый В. П. Теллур и теллуриды.— М., 1966, с. 213.
3. Литвин Ю. А., Севрюков О. Н. Эксперименты и техника высоких газовых и твердофазовых давлений.— М., 1978, с. 172.
4. Пол В., Варшауэр Д. Твердые тела под высоким давлением.— М., 1966, с. 214.
5. Ohtani A., Seike T., Motobayashi M., Onodera A.— J. Phys. Chem. Sol., 1982, v. 43, № 7, p. 627.

Поступила в редакцию  
24.01.83.

НИИ ФХП БГУ им. В. И. Ленина,  
Институт сверхтвердых материалов АН УССР.

УДК 771.534.55

Г. В. АЖАР, В. К. КАЛЕНТЬЕВ, В. В. ПАНСЕВИЧ,  
Г. А. БРАНИЦКИЙ, Р. С. БИКТИМИРОВ

### СТРУКТУРОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНИДОСЕРЕБРЯНЫХ ПЛЕНОК С УМЕНЬШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СЕРЕБРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЯВИТЕЛЕЙ

Для получения фотографических изображений из неблагородных металлов на галогенидосеребряных слоях с уменьшенным содержанием серебра изображение с малой оптической плотностью, образующееся после обычного проявления и фиксирования, усиливают в растворах несеребряных (медные, никелевые, кобальтовые) физических проявителей [1, 2].

В настоящей работе рассматривается изменение структурометрических характеристик малосеребряного светочувствительного слоя при медном физическом проявлении.

Объектом исследования явились образцы малосеребряной фототехнической пленки (содержание серебра изменялось от 0,3 до 1,3 г/м<sup>2</sup>), изготовленной на основе монодисперсной бромосеребряной эмульсии с кубическими микрокристаллами размером 0,18 мкм по ребру и коэффициентом вариации микрокристаллов по размерам  $C_v = 18\%$ . Отношение серебра к желатине в эмульсионном слое 0,9; содержание серебра в полусеребряном аналоге изучавшейся пленки 2,5 г/м<sup>2</sup>.

После экспонирования пленки проявляли в проявителе УП-2, фиксировали в 20 %-ном растворе тиосульфата натрия, конвертировали в галогенид (обработка в растворе, г/л:  $K_3Fe(CN)_6 - 60$ ,  $KBr - 6$ ,  $H_2O -$  до 1000 мл) и обрабатывали в растворах медного борогидридного (МБ) или медного формальдегидного (МФ) физического проявителя (усилителя). Рабочие растворы физических проявителей готовили смешением растворов А и Б 9:1. МБ (раствор А), г/л:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O - 25$ , трилон Б — 42,  $H_3BO_3 - 12$ ,  $NaOH$  до pH 10,7,  $H_2O$  до 1000 мл; раствор Б, г/100 мл:  $NaBH_4 - 0,5$ ,  $NaOH - 4$ ,  $H_2O$  до 100 мл. МФ, раствор А, г/л:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O - 70$ , глицерин — 65, трилон Б — 10,  $NaOH - 70$ ,  $H_2O$  до 1000 мл; раствор Б — 37 %  $CH_2O$ .

Разрешающую способность ( $R$ ) слоев определяли на резольвометре РП-2М. Измерение средней квадратичной гранулярности ( $\sigma_D$ ) проводили по методике [3].

На рис. 1 приведена зависимость  $\sigma_D$  для оптической плотности  $D_{0,85}$

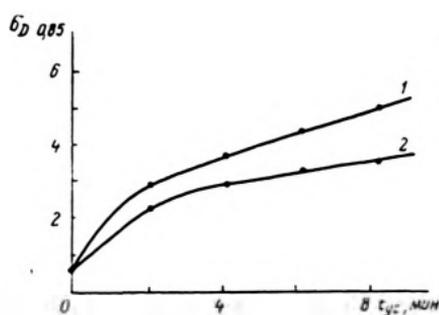


Рис. 1. Зависимость СК гранулярности ( $\sigma_{D=0,85}$ ) от времени усиления ( $t, \tau$ ) в МБ (1) и в МФ (2) проявителях пленки с наносом серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$

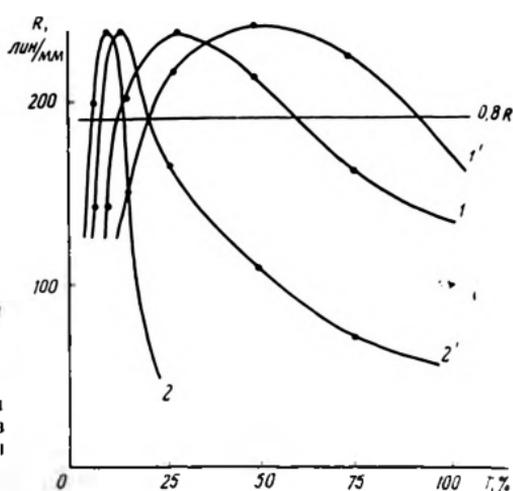


Рис. 2. Зависимость разрешающей способности ( $R$ ) от коэффициента пропускания ( $T$ ) пленки с наносом серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$  при усилении в МБ (1, 2) и в МФ (1', 2') проявителях в течение 2 (1, 1') и 8 (2, 2') мин

от времени усиления пленки с наносом серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$  в МБ и МФ проявителях. В обоих случаях наблюдается рост  $\sigma_D$  в процессе усиления исходной оптической плотности. Однако необходимо подчеркнуть, что несмотря на это  $\sigma_D$  малосеребряных образцов не только не превышает, но по мере уменьшения содержания серебра в слое даже оказывается значительно меньше, чем  $\sigma_D$  полносеребряной пленки при одном и том же значении оптической плотности (см. таблицу).

#### Влияние способа обработки на фотографические и структурметрические характеристики малосеребряной фототехнической пленки

Содержание серебра, $\text{г/м}^2$	Физический проявитель	Время усиления, мин	Фотографические характеристики			Структурметрические характеристики		
			$S_{0,2}$ , $\text{лк}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$	$\gamma$	$D_{\max}$	$R$ , лин/мм	$\sigma_{D0,85}$	$T_{30, \%}$
2,5*	—	—	0,50	2,9	$>3,0$	215	4,5	50
1,3	—	—	0,45	2,2	2,1	290	2,3	—
1,3	МБ	6	0,65	6,0	$>6,0$	195	4,5	—
1,3	МФ	6	0,60	3,0	3,0	195	3,2	—
0,9	—	—	0,35	1,7	1,9	315	2,3	60
0,9	МБ	6	0,65	5,0	$>6,0$	240	3,1	50
0,9	МФ	6	0,50	3,7	2,9	240	2,8	50
0,3	—	—	0,10	0,4	0,5	350	—	—
0,3	МБ	6	0,40	2,7	2,5	290	2,6	—
0,3	МФ	6	0,25	2,3	2,3	290	2,3	—

\* Данные относятся к полносеребряной пленке.

На рис. 2 изображена зависимость разрешающей способности пленки с наносом серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$  от величины коэффициента пропускания при различном времени усиления в МБ и МФ проявителях. Видно, что  $R_{\max}$  в течение первых минут усиления, хотя и незначительно, уменьшается по сравнению с  $R_{\max}$  неусиленного образца, имеющего малые оптические плотности. При дальнейшем увеличении времени усиления  $R_{\max}$  остается практически неизменной (максимальное время проявления 10 мин). Как следует из таблицы, по мере уменьшения содержания серебра в слое,

$R_{\max}$  усиленных образцов возрастает и значительно превышает  $R_{\max}$  полносеребряной пленки.

Изменение  $R$  в процессе усиления происходит неодинаково для участков изображения с разными значениями оптических плотностей. В области малых значений  $D$  разрешающая способность слоев с увеличением времени усиления возрастает, а в области больших — падает.

Резольвометрическая широта в процессе усиления уменьшается, что связано с ростом коэффициента контрастности ( $\gamma$ ) и уменьшением фотографической широты.

На рис. 3 приведены частотно-контрастные характеристики (ЧКХ) пленки с содержанием серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$  до и после усиления в МБ проявителе. Для МФ проявителя наблюдаются аналогичные зависимости. Величина ЧКХ после усиления превышает  $100\%$  примерно при  $5 \text{ мм}^{-1}$ , что, вероятно, связано с наличием пограничного эффекта проявления. Начиная примерно с  $10 \text{ мм}^{-1}$ , кривая на всем протяжении проходит ниже, чем соответствующая кривая до усиления. Значения ЧКХ при  $\nu = 30 \text{ мм}^{-1}$  усиленного образца сопоставимы со значениями ЧКХ полносеребряной пленки.

Полученные фотографические параметры, а также величины, характеризующие резкостные свойства малосеребряных пленок, сопоставлены в таблице, где для сравнения также указаны аналогичные характеристики полносеребряной пленки. При уменьшении содержания серебра в пленке от  $2,5$  до  $1,3$  и  $0,9$  и далее до  $0,3 \text{ г/м}^2$  и использовании стандартной химико-фотографической обработки (проявление в УП-2 и фиксирование) наблюдается, как и следовало ожидать, существенное уменьшение светочувствительности ( $S$ ), коэффициента контрастности и достигаемого значения максимальной оптической плотности. В то же время  $R$  пленки по мере уменьшения содержания серебра и толщины эмульсионного слоя заметно увеличивается,  $\sigma_D$  — уменьшается.

Дополнительная обработка пленки со слабовидимым изображением из серебра в растворе отбеливателя и физического проявителя приводит к росту  $S$ ,  $\gamma$  и  $D_{\max}$ . Оптическая плотность вуали во всех случаях не превышает  $0,1$ , что удовлетворяет требованиям практического использования фотоматериала. Сильное уменьшение содержания серебра в слое (до  $0,3 \text{ г/м}^2$ ) приводит к тому, что фотографические характеристики ( $S$ ,  $\gamma$ ,  $D_{\max}$ ) после усиления оказываются меньше, в то время как  $R$  и ЧКХ — значительно выше, а  $\sigma_D$  — ниже, чем характеристики полносеребряного аналога. Это указывает на то, что граница уменьшения содержания серебра в слое диктуется уровнем  $S$ ,  $\gamma$ ,  $D_{\max}$ , а не  $R$ ,  $\sigma_D$  и ЧКХ.

Таким образом, структурометрические характеристики малосеребряных пленок после усиления серебряного изображения с малой оптической плотностью в растворах медных физических проявителей сравнимы или даже лучше соответствующих характеристик полносеребряных аналогов.

Авторы выражают глубокую благодарность члену-корреспонденту АН БССР В. В. Свиридову за ценные советы и замечания при обсуждении экспериментальных результатов.

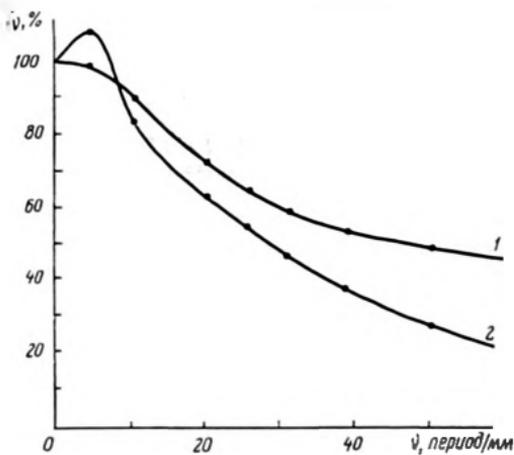


Рис. 3. Зависимость коэффициента передачи модуляции ( $T_v$ ) от пространственной частоты ( $\nu$ ) пленки с содержанием серебра  $0,9 \text{ г/м}^2$  до (1) и после (2) усиления в МБ проявителе в течение 5 мин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биктимиров Р. С., Браницкий Г. А., Иванов В. О. и др.— Ж. научн. и прикл. фотогр. и кинематогр., 1980, т. 25, с. 282.
2. Капариха А. В., Рогач Л. П., Браницкий Г. А., Свиридов В. В.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1979, № 1, с. 23.
3. Шашлов Б. А. Теория фотографического процесса.— М., 1971, с. 239.

Поступила в редакцию  
30.11.81.

НИИ ФХП, КазНИИтехфотопроект

УДК 621.315.592.4+546.73 : 546.654

И. Я. ЛЮБКИНА, И. Ф. КОНОНЮК

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$

Большинство литературы по  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  посвящено исследованию соединений, полученных при высоких давлениях кислорода [1—3]; опубликованы также работы [4, 5], в которых изучено электрохимическое поведение этих составов, применяющихся в качестве анодов в реакции восстановления кислорода. При этом каталитическая активность сложных ферратов связана с концентрацией кислородных вакансий [4]. Ряд сложных оксидов на основе феррата стронция использовался в качестве нагревательных элементов для работы на воздухе [6]. Поэтому представляло интерес выяснить, какими электрическими свойствами обладают составы типа  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$ , синтезированные и спеченные на воздухе.

#### Экспериментальная часть

Составы  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  синтезировали из азотнокислых солей  $Sr(NO_3)_2$  марки ч. д. а.,  $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , полученного из  $La_2O_3$  марки и  $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$  марки ч. Исходные соли, взятые в заданных соотношениях, нагревали до плавления в кристаллизационной воде, упаривали и разлагали примерно при 800 °С. После перетиранья смеси оксидов подвергали дополнительному обжигу при ~900 °С в течение 4 ч. После еще одного промежуточного перетиранья порошки обжигали при 1200 °С в течение 2—6 ч. Из синтезированных порошков методом гидростатического прессования формовали образцы размером  $0,03 \times 0,005 \times 0,005$  м<sup>3</sup>. Спекание образцов проводили на воздухе при 1300—1350 °С в течение 3—10 ч. Электропроводность измеряли на воздухе четырехзондовым методом на постоянном токе по компенсационной схеме в ячейке с двухсторонним расположением платиновых зондов с помощью потенциометра Р 363/3. Фазовый состав идентифицировался по рентгенограммам, выполненным на  $CuK_{\alpha}$ -излучении. Коэффициент термо-э. д. с. определялся при разности температур на концах образцов в 10—30 °С. Разброс значений электропроводности и коэффициента термо-э. д. с. не превышал  $\pm(10—15)\%$ .

#### Результаты и их обсуждение

Данные рентгенофазового анализа спеченных образцов показали, что составы с  $x \leq 0,8$  имели структуру перовскита, а на рентгенограмме  $SrFeO_{3-\delta}$  появляются дополнительные линии, что свидетельствует, возможно, о частичном разложении или значительной деформации решетки перовскита. Наиболее легко образуется  $LaFeO_3$ . Уже после предварительного синтеза при 900 °С реакция полностью завершается, и на рентгенограмме имеются все линии, характерные для  $LaFeO_3$ .

Электрические свойства составов  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  изучались на керамических образцах, спеченных в основном при 1300 °С на воздухе в течение нескольких часов и медленно охлажденных за 12—15 ч до комнатной температуры. Такие образцы практически приводились в равновесное состояние с кислородом воздуха. Плотность, влагопоглощение и открытая пористость образцов в зависимости от  $x$  представлены в таблице. Для образцов с  $x=0,8$  и  $x=1,0$  влагопоглощение и открытую пористость

Зависимость плотности, влагопоглощения и открытой пористости образцов  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$ , спеченных при 1300 °С в течение 3 ч, от состава

x	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Относительная плотность, %	Влагопоглощение, %	Открытая пористость, %
0	5,12	77,3	—	—
0,2	5,84	92,0	0,59	3,65
0,5	4,24	69,2	5,45	24,9
0,8	3,71	—	—	—

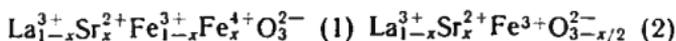
измерить не удалось, поскольку образцы с  $x=0,8$  при соприкосновении с водой растрескивались, а с  $x=1,0$  разрушались полностью.

Зависимость удельного сопротивления при комнатной температуре от состава показана на рис. 1. Максимальным удельным сопротивлением обладают образцы  $LaFeO_3 - 1,3 \cdot 10^4$  Ом·м. При замещении 0,2 г-атомов La в  $LaFeO_3$  на стронций происходит уменьшение сопротивления до  $1,3 \cdot 10^{-1}$  Ом·м. При дальнейшем увеличении  $x$  до 0,5 удельное сопротивление уменьшается до  $2,7 \cdot 10^{-4}$  Ом·м, а затем несколько увеличивается до  $5 \cdot 10^{-4}$  и  $8 \cdot 10^{-4}$  Ом·м при  $x=0,8$  и 0,95 соответственно. Образцы  $SrFeO_{3-\delta}$  сразу после спекания при 1380 °С на воздухе имели удельное сопротивление  $(5-7) \cdot 10^{-3}$  Ом·м и постепенно увеличивали его, поскольку приобретали при хранении на воздухе трещиноватую структуру.

Температурная зависимость удельного сопротивления изображена на рис. 2. Во всем интервале значений  $x$  исследованные образцы имели полупроводниковый характер проводимости на участке температур от комнатной до 350–550 °С с энергиями активации проводимости 0,3; 0,28; 0,14; 0,12; 0,10 и 0,14 эВ при  $x$  равных 0; 0,2; 0,5; 0,8; 0,95 и 1,0 соответственно. Для всех составов, за исключением  $LaFeO_3$ , характерен переход от полупроводникового характера проводимости к металлическому. Температура перехода варьирует от 350 до 550 °С в зависимости от состава.

При увеличении замещения лантана на стронций происходит переход от положительных значений величины термо-э. д. с. к отрицательным (рис. 3). Так, для  $La_{0,8}Sr_{0,2}FeO_3$  величина коэффициента термо-э. д. с. при температуре, близкой к комнатной, составляет 140 мкВ/град, для  $La_{0,5}Sr_{0,5}FeO_3$  — приблизительно нулевая, а для  $La_{0,2}Sr_{0,8}FeO_3$  — 15 мкВ/град. Таким образом, при  $x=0,2$  доминирует дырочная проводимость, а при  $x=0,8$  — электронная.

Введение двухвалентного  $Sr^{2+}$  вместо  $La^{3+}$  в  $LaFeO_3$  может приводить к образованию или  $Fe^{4+}$ , или кислородных вакансий, или того и другого, т. е. могут иметь место следующие типы разупорядочения:



Таким образом, результаты изучения электрических свойств (рис. 1, 2) показывают, что замещение иона  $La^{3+}$  в  $LaFeO_3$  на  $Sr^{2+}$  в количестве 20 ат. % вызывает уменьшение сопротивления практически на 5 порядков, что связано, вероятно, с разупорядочением по типу (1), которое при-

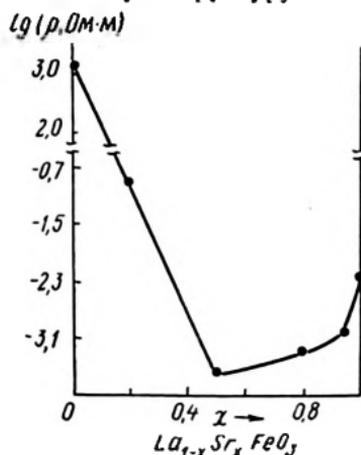


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  при комнатной температуре от состава

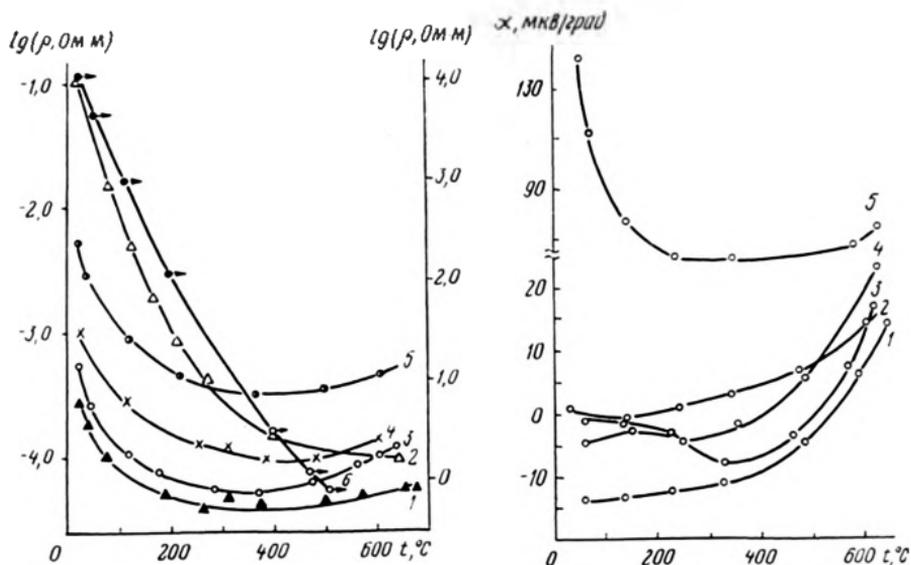


Рис. 2. Температурная зависимость удельного сопротивления образцов состава  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  для  $x=0$  (6); 0,2 (2); 0,5 (1); 0,8 (3); 0,95 (4) и 1,0 (5), спеченных при  $1300^\circ C$  (1—4,6) в течение 2 ч и  $1350^\circ C$  (5) в течение 2 ч

Рис. 3. Температурная зависимость коэффициента термо-э. д. с. образцов состава  $(La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  при  $x=0,2$  (5); 0,5 (2); 0,8 (1); 0,95 (3) и 1,0 (4)

водит к образованию разновалентных ионов железа. Термо-э. д. с. при  $x=0,2$  имеет положительный знак, т. е. проводимость является дырочной. В данном случае дырки можно рассматривать локализованными на ионах  $Fe^{4+}$ . Замещение иона  $La^{3+}$  на близкий по величине ион  $Sr^{2+}$  сопровождается образованием иона  $Fe^{4+}$ , радиус которого меньше радиуса иона  $Fe^{3+}$ . Поэтому в случае разупорядочения по типу (1) параметр решетки должен уменьшаться с ростом  $x$ . Действительно, согласно [7], в ряду  $0 \leq x \leq 0,2 (La_{1-x}Sr_x)FeO_3$  имеет орторомбическую структуру перовскита с постоянными решетками, уменьшающимися с увеличением  $x$ . Этот факт подтверждает, что определяющую роль при  $x=0,2$  играет разупорядочение по типу (1). При дальнейшем замещении лантана стронцием ( $0,2 \leq x \leq 0,5$ ) вновь падает сопротивление (см. рис. 2, кривая 1). Согласно [7], происходит также дальнейшее уменьшение постоянных решетки с ростом  $x$  до 0,5. Вероятно, и на этом участке преобладает разупорядочение по типу (1). Это подтверждается и данными работы [8], согласно которой максимальное количество  $Fe^{4+}$  наблюдается при  $x=0,5$ . Результаты исследования термо-э. д. с. (см. рис. 3, кривая 4) показывают, что при  $x=0,5$  коэффициент термо-э. д. с. близок к нулю, т. е. невозможно различить, какой тип проводимости преобладает. Это, в свою очередь, подтверждает, что образцы содержат сравнимые количества ионов  $Fe^{3+}$  и  $Fe^{4+}$ .

С увеличением  $x$  до 0,8 и 0,95 сопротивление несколько увеличивается (рис. 2, кривые 2, 3), а также происходит переход от дырочной проводимости к электронной. Такие составы можно рассматривать как феррат стронция, в котором часть ионов  $Fe^{4+}$  восстанавливается до  $Fe^{3+}$ , чтобы компенсировать замещение ионов  $Sr^{2+}$  на ионы  $La^{3+}$ . Ионы  $Fe^{3+}$  и представляют в данном случае места локализации избыточных электронов. С увеличением  $x$  концентрация ионов  $Fe^{3+}$  уменьшается, и сопротивление сложного оксида должно резко увеличиваться. Однако при этом повышается дефицит ионов кислорода, который компенсируется ростом концентрации ионов  $Fe^{3+}$ . В результате суперпозиции этих двух факторов концентрация ионов  $Fe^{3+}$  и  $Fe^{4+}$ , видимо, изменяется не очень сильно, поэтому и электропроводность сложного оксида с увеличением  $x$  также

уменьшается не столь существенно. Дополнительный обжиг образцов в токе кислорода не приводил к изменению удельного сопротивления, т. е. значительно не уменьшал концентрации кислородных вакансий, поскольку, согласно [1], весьма сложно получить стехиометрический феррат стронция.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. MacChesney J. B., Sherwood R. C. and Potter F.— J. Chem. Phys., 1965, v. 4, № 6, p. 1907.
2. MacChesney J. B., Jetzt J. J., Potter J. F., Williams H. J. and Sherwood R. C.— J. Amer. Ceram. Soc., 1966, v. 49, № 12, p. 644.
3. Taguchi H. and Takahashi G.— Jap. J. Appl. Phys., 1981, v. 20, № 6, p. 1117.
4. Bronoel G., Grenier J. C. and Reby J.— Electrochim. Acta, 1980, v. 25, № 8, p. 1015.
5. Matsumoto Y., Kurimoto J. and Sato E.— Electrochim. Acta, 1980, v. 25, № 5, p. 539.
6. Brixner L. H., Chester W.— Pat. USA, № 3, p. 511, 786.
7. Gallagher P. K. and MacChesney J. B.— Simposia of the Faraday Soc., 1967, № 1, p. 40.
8. Jonker G. H.— Physica, 1954, v. 20, № 11, p. 1118.

Поступила в редакцию  
25.10.82.

НИИ ФХП

УДК 771.534.55+772/773

Г. В. АЖАР, Т. В. ГАЕВСКАЯ, Л. П. РОГАЧ,  
В. Д. СТАШОНОК, О. А. ШЕВЧЕНКО

### ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ СЕРЕБРЯНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ В НИКЕЛЬ-БОРОГИДРИДНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРОЯВИТЕЛЕ

Практическая пригодность малосеребряных фотослоев определяется тем, что они должны обеспечивать достижение фотографических характеристик (ФХ), соответствующих характеристикам их полностью серебряных аналогов.

В данной статье проанализирована возможность использования никелевого физического борогидридного проявителя (НБФП) для усиления серебряного изображения, полученного на различных фотоматериалах. Объектом исследования выбраны малосеребряные пленки ФТ-ФП и МЗ-3 с содержанием серебра 0,8 и 0,4 г/м<sup>2</sup> соответственно [1] и полностью серебряная серийно выпускаемая пленка МЗ-3Л с содержанием серебра 6,0 г/м<sup>2</sup>. Исследование полностью серебряных пленок представило интерес для оценки возможностей исправления недопроявленных фотоснимков.

Методика эксперимента включала экспонирование, проявление в растворе химического проявителя УП-2, фиксирование в тиосульфатном растворе в течение удвоенного времени осветления эмульсионного слоя, активирование (регалогенирование) в феррицианидном растворе и усиление в течение необходимого времени в растворе никелевого физического проявителя состава (НБФП-1), моль/л: никель хлористый — 0,2, натрий пиррофосфорнокислый — 0,1, аммиак — 0,8, едкий натр — 0,05, борогидрид натрия — 0,026, а также в растворе такого же состава, но со стабилизирующей добавкой (НБФП-2) — поверхностно-активным веществом (ПАВ). Проявитель в отсутствие добавки устойчив в течение 30—40 мин [2], введение ПАВ позволяет повысить устойчивость раствора до 24 ч.

Ошибка эксперимента при определении светочувствительности ( $S$ ) составила 15—20, коэффициента контрастности ( $\gamma$ ) — 8—10, оптической плотности ( $D$ ) — 10—15 %.

С увеличением времени усиления наблюдается рост  $S$  и  $\gamma$ , которые достигают максимального значения за 10—17 и 6—12 мин соответственно (рис. 1). Вводимые ПАВ, выполняющие функцию стабилизаторов про-

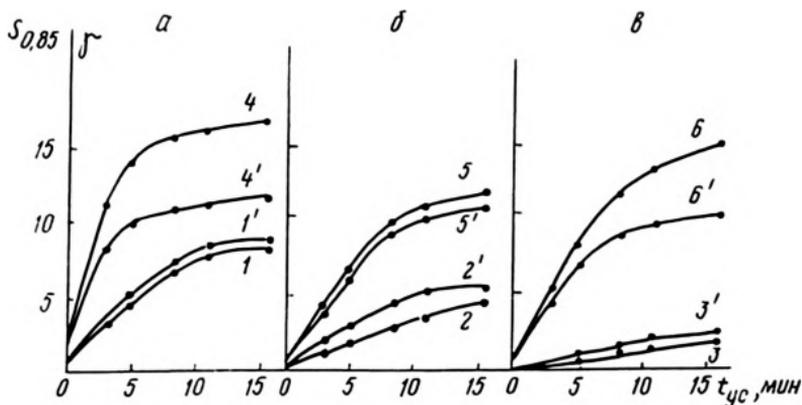


Рис. 1. Зависимость светочувствительности ( $S_{0,85}$ ) (1, 1', 2, 2', 3, 3') и коэффициента контрастности ( $\gamma$ ) (4, 4', 5, 5', 6, 6') от времени усиления в проявителе НБФП-1 (1—6) и НБФП-2 (1'—6') пленок МЗ-3Л (а), МЗ-3 (б), ФТ-ФП (в)

являющих растворов, существенно не влияют на скорость усиления и достигаемые ФХ независимо от типа фотопленки.

В таблице приведены ФХ, достигаемые на различных фотоматериалах при усилении в растворах физических проявителей. Максимальная светочувствительность ( $S_{max}$ ) малосеребряных пленок, достигаемая после усиления как в стабилизированном, так и в нестабилизированном физическом проявителе, соответствует этой характеристике полносеребряных аналогов изучавшихся пленок. Максимальная оптическая плотность  $D_{max}$  и  $\gamma$ , получаемые за время, необходимое для достижения максимальной светочувствительности, во всех случаях значительно превосходят эти параметры полносеребряных пленок при нулевом уровне оптической плотности вуали ( $D_b$ ). Аналогичные результаты получены и для недопроявленной полносеребряной пленки МЗ-3Л. Коэффициент усиления  $K'_v$  составляет 6,5—10,0 для пленки МЗ-3Л, 25—30 — для пленки МЗ-3,

**Фотографические характеристики, достигаемые на различных фотоматериалах при усилении в физическом проявителе**

Тип пленки	$S_{Ag}$ , г/м <sup>2</sup>	Физический проявитель	$t_{yc}^{**}$ , мин.	Фотографические характеристики***			
				$S_{max}^{0,85}$ ед. ГОСТ	$\gamma$	$D_{max}$	$D_b$
МЗ-3Л*	6,0	—	—	4,0	3,4	3,7	0,10
МЗ-3Л	6,0	—	—	1,8	1,5	1,6	0,00
МЗ-3Л	6,0	НБФП-1	11	8,0	15,0	4,0	0,00
МЗ-3Л	6,0	НБФП-2	15	9,5	10,0	4,0	0,00
МЗ-3	0,4	—	—	—	0,4	0,4	0,00
МЗ-3	0,4	НБФП-1	16	4,5	12,0	4,0	0,00
МЗ-3	0,4	НБФП-2	11	5,5	10,0	4,0	0,00
ФТ-41*	6,0	—	—	1,1	4,0	4,0	0,10
ФТ-ФП	0,8	—	—	—	0,65	0,8	0,00
ФТ-ФП	0,8	НБФП-1	17	2,0	15,0	4,0	0,00
ФТ-ФП	0,8	НБФП-2	15	3,0	10,0	4,0	0,00

\* Требования, предъявляемые к полносеребряным фотоматериалам.

\*\*  $t_{yc}$  — время достижения  $S_{max}$ .

\*\*\* ФХ приведены за  $t_{yc}$ .

15—23 — для пленки ФТ-ФП.  $D_{\max}$  во всех случаях превышает значение 4,0.

Зависимость коэффициента усиления  $K_y^D$  ( $K_y^D = \frac{D_y}{D_{\text{исх}}}$ ) от исходной оптической плотности ( $D_{\text{исх}}$ ) указанных пленок в стабилизированном и нестабилизированном физическом проявителе показана на рис. 2.

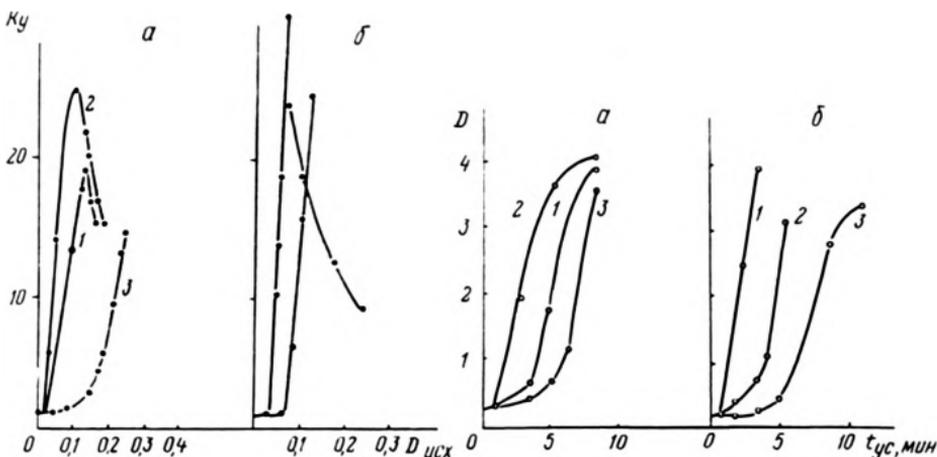


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления ( $K_y$ ) от исходной плотности ( $D_{\text{исх}}$ ) пленок МЗ-ЗЛ (1), МЗ-З (2) и ФТ-ФП (3) в проявителе НБФП-1 (б), НБФП-2 (а). Время усиления 8,5 мин

Рис. 3. Зависимость оптической плотности ( $D$ ) от времени усиления ( $t_{\text{ус}}$ ) в проявителе НБФП-1 (2, б) и НБФП-2 (2, а) пленок МЗ-ЗЛ (1), МЗ-З (2) и ФТ-ФП (3). Плотность исходного серебряного изображения 0,3

Исследование показало, что существует критическое значение оптической плотности исходного серебряного изображения ( $D_{\text{кр}}$ ). При плотностях меньших, чем  $D_{\text{кр}}$ , процесс осаждения неблагородного металла из раствора физического проявителя не происходит. Благодаря этому обстоятельству возможно получение безуальных изображений, если  $D$  исходного серебряного изображения больше, чем  $D_{\text{кр}}$ . В рассматриваемом случае  $D_{\text{кр}} \leq 0,01$  для пленок МЗ-З и МЗ-ЗЛ и  $\leq 0,02$  для пленки ФТ-ФП.

Необходимо отметить, что уровень  $D_{\text{кр}}$ , а также скорость усиления зависят от многих факторов, среди которых наиболее существенными являются состав светочувствительной композиции пленки (тип эмульсии, способ и характер разбавления, характер и количество вводимых добавок) (рис. 3), состав химического проявителя и фиксирующего раствора и режимы обработки в них, способ регалогенирования (отбеливания), состав физического проявителя, используемого для усиления серебряного изображения, и режим обработки в нем.

Плотность серебра в интервале от  $D_{\text{кр}}$  до  $D \sim 0,2$  усиливается сверхпропорционально, т. е.  $K_y^D$  быстро увеличивается с ростом  $D_{\text{исх}}$ . В интервале  $D \sim 0,2—0,4$  усиление, напротив, субпропорционально, и  $K_y^D$  быстро падает с ростом  $D_{\text{исх}}$ . Серебряные плотности с  $D > 0,4$  усиливаются пропорционально.

Таким образом, благодаря сверхпропорциональному характеру усиления малых серебряных плотностей (от 0,01 до 0,20) возможно получение безуальных усиленных изображений с визуализацией деталей, имевших в исходном изображении чрезвычайно низкую оптическую плотность и контраст. По этой же причине возможно сохранение или даже повышение светочувствительности малосеребряных фотопленок по сравнению с полносеребряными аналогами. Так, для пленки МЗ-З при снижении содержания серебра в 15 раз светочувствительность была повышена в

1,5 раза. Пленка ФТ-ФП при снижении содержания серебра в 7,5 раз позволяет достигнуть вдвое большую светочувствительность по сравнению с серийно выпускаемой пленкой ФТ-41.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Биктимиров Р. С., Браницкий Г. А., Виноградова Г. Г. и др. Способ изготовления высококонтрастных мелкозернистых галогенсеребряных фототехнических материалов. А. с. 734594 СССР.— Оpubл. в Б. И., 1980, № 18, с. 239.
2. Ажар Г. В., Гаевская Т. В., Капариха А. В.— В сб.: Всесоюз. конференция по процессам усиления в фотографических системах регистрации информации: Тез. докл. Минск, 1981, с. 288.

Поступила в редакцию  
08.04.82.

НИИ ФХП

УДК 539.219.3+541.16

И. И. ПОКРОВСКИЙ, Н. Ф. ЛУГАКОВ

## САМОДИФФУЗИЯ МЕДИ В ТИОАРСЕНИТЕ МЕДИ (I)

В системе  $\text{Cu}_2\text{S} - \text{As}_2\text{S}_3$  образуется двойной сульфид меди и мышьяка  $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$  [1, 2], который следует рассматривать как тиоарсенит меди (I)  $\text{Cu}_3\text{AsS}_3$  [3]. Он встречается в природе в виде минерала теннантита кубической структуры [4—6] и может быть синтезирован из элементов. Исследования показали, что состав теннантита и сходных с ним по структуре минералов [4, 7] лучше передается формулой  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$  ( $\equiv 4\text{Cu}_3\text{AsS}_3$ ). Согласно диаграмме состояния тройной системы  $\text{Cu} - \text{As} - \text{S}$  [8], это соединение имеет довольно широкую область составов, для которых предложена обобщенная формула  $\text{Cu}_{12+x}\text{As}_4+y\text{S}_{13}$ , где  $0 \leq x \leq 1,72$  и  $0 \leq y \leq 0,08$ .

В продолжение исследований дефектной структуры и электрических свойств двойных сульфидов меди и элементов V группы периодической системы [9, 10] нами изучена самодиффузия меди в тиоарсените меди состава  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ .

Поликристаллические образцы  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$  были синтезированы из элементов особой чистоты, взятых в стехиометрических количествах, в кварцевых ампулах, откачанных и запаянных при остаточном давлении  $1 \cdot 10^{-3}$  тор, при температуре около  $720^\circ\text{C}$ . Рентгенограммы полученных образцов идентичны найденным ранее [1, 5, 6] для минерала теннантита кубической структуры. Методом дифференциально-термического анализа зафиксирован единственный эндозффект при  $663^\circ\text{C}$ , отвечающий плавлению теннантита, в согласии с литературными данными [1, 8]. Найдено, что удельная электропроводность образцов составляет  $320 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  при  $20^\circ\text{C}$  и слабо уменьшается с повышением температуры. Величина термоэ. д. с. положительна относительно меди и изменяется от 110 до  $180 \text{ мкВ} \cdot \text{град}^{-1}$  в интервале температур  $20-450^\circ\text{C}$ .

Самодиффузия меди исследовалась методом интегрального остатка [11] при помощи радиоактивного изотопа меди  $\text{Cu}^{64}$  ( $\beta^-$ ,  $\beta^+$ -излучатель с  $t_{1/2} = 12,88$  ч). Источники диффузии наносили в виде тонкого слоя на одну из сторон образцов из раствора  $\text{Cu}^{64}(\text{NO}_3)_2$  высокой удельной активности или напылением радиоактивной меди в вакууме. Диффузионный отжиг образцов проводился в стеклянных ампулах, запаянных при остаточном давлении  $10^{-2}-10^{-3}$  тор. Все образцы подвергались предварительному отжигу в вакууме при температуре  $400^\circ\text{C}$  в течение 100 ч. Остальные подробности эксперимента описаны ранее [9].

Послойный радиометрический анализ образцов после диффузионных отжигов показал, что распределение изотопа  $\text{Cu}^{64}$  при всех исследованных температурах отвечало условиям диффузии из бесконечно тонкого слоя в полуограниченное пространство. На рис. 1 приведена зависимость логарифма  $\left(1 + \frac{1}{\mu} \frac{\Delta J}{\Delta x}\right)$  от квадрата глубины снятого слоя  $x^2$  ( $\mu$  — линей-

ный коэффициент поглощения излучения  $\text{Cu}^{64}$ ,  $I$  — интегральная радиоактивность и  $\Delta x$  — толщина снятого слоя [11]). Коэффициенты самодиффузии рассчитывали по формуле:

$$D = \frac{1}{2,303 \cdot \lg \alpha \cdot 4 \cdot t}, \quad (1)$$

где  $\lg \alpha$  — тангенс угла наклона, найденный из графиков рис. 1;  $D$  — коэффициент самодиффузии и  $t$  — продолжительность диффузионного отжига. Относительная средняя квадратичная ошибка в определении  $D$  составляла около 10%. Методом автордиографии нами не обнаружено преимущественной диффузии меди по границам зерен или другим неоднородностям структуры образцов  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ . В исследованном интервале температур 200—450 °C коэффициенты самодиффузии составляют величины порядка  $10^{-8}$ — $10^{-6}$   $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  и, следовательно, относятся к объемной диффузии меди в кристаллической решетке тиноарсенита. Рассчитанная методом наименьших квадратов температурная зависимость коэффициента самодиффузии меди (рис. 2) выражается уравнением

$$D = (1,95 \pm 1,00) \cdot 10^{-3} \exp [(-9830 \pm 480)/RT] \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}. \quad (2)$$

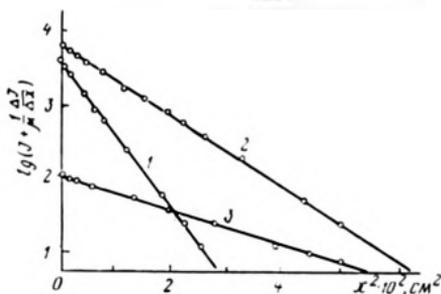


Рис. 1. Зависимость  $\lg \left( I + \frac{1}{\mu} \frac{\Delta I}{\Delta x} \right)$  от  $x^2$  для нескольких образцов тиноарсенита меди после диффузионного отжига:

1 — 204 °C, 5 ч; 2 — 252 °C, 5 ч; 3 — 400 °C, 1 ч

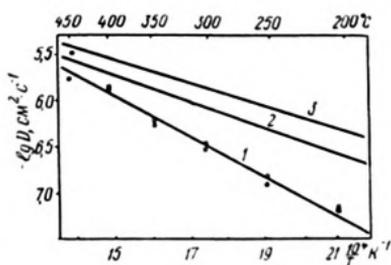


Рис. 2. Температурные зависимости коэффициентов самодиффузии меди в тиноарсените меди (теннантите) (1), тетраэдрите (2) и виттихените (3)

Для сравнения на рис. 2 показана также температурная зависимость для самодиффузии меди в двух других двойных сульфидов — тетраэдрите [9] и виттихените [10]. Тетраэдрит (тиноантимонит меди (I)) — сурьмяный аналог теннантита, изоструктурный с ним и образующий твердые растворы [4, 7]. Виттихенит — двойной сульфид меди (I) и висмута (III) ( $\text{Cu}_3\text{BiS}_5$ ), имеющий выше 160 °C ромбическую структуру [13]. По данным рентгеноструктурных исследований [12, 13], в кристаллических решетках обоих соединений при повышенных температурах катионы меди находятся в подвижном состоянии.

Как следует из рис. 2, в ряду этих соединений, имеющих общую приблизительную формулу  $\text{Cu}_3\text{ЭS}_5$  (где Э — As, Sb и Bi), в интервале температур 200—450 °C коэффициенты самодиффузии меди возрастают, а величина энергии активации уменьшается (от 41,2 до 24,0  $\text{кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ ) при переходе от мышьяка к висмуту. Для всех трех соединений радионуклидные измерения коэффициентов самодиффузии указывают на значительную разупорядоченность подрешеток, образованных катионами меди. При переходе от теннантита к виттихениту эта разупорядоченность, следовательно, усиливается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cambi L., Elli M. — Chim. e l'Ind., 1967, v. 49, № 6, p. 606.
2. Wernick J. H., Benson K. E. — J. Phys. Chem. Solids, 1957, v. 3, № 12, p. 157.



Таблица I

## Характеристика полученных соединений (II—XI)

Номер соединения	Название	Выход, %	$t_{кип}^{\circ} \text{С. Р.}$ мм рт. ст.	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	Найдено, %		Брутто-формула	Вычислено, %	
						С	Н		С	Н
II	2-изопропил-2-формилоксиран-диэтилацеталь	81	86—87 (12)	0,9361	1,4214	63,68	10,42	$C_{10}H_{20}O_3$	63,80	10,71
III	2-окси-3-метокси-2-этилпропаналядиэтилацеталь	76	97 (10)	0,9651	1,4256	58,21	10,62	$C_{10}H_{22}O_4$	58,22	10,74
IV	2-окси-3-пропокси-2-этилпропаналядиэтилацеталь	81	115 (11)	0,9386	1,4260	61,58	11,28	$C_{12}H_{24}O_4$	61,50	11,18
V	2-окси-3-изопропокси-2-этилпропаналядиэтилацеталь	69	109 (11)	0,9343	1,4242	61,68	11,08	$C_{17}H_{26}O_4$	61,50	11,18
VI	2-окси-3-бутокси-2-этилпропаналядиэтилацеталь	80	124—125 (10)	0,9343	1,4287	63,02	11,27	$C_{13}H_{26}O_4$	62,87	11,36
VII	2-окси-3-пропокси-2-изопропилпропаналядиэтилацеталь	67	116—117 (10)	0,9389	1,4292	62,95	11,22	$C_{13}H_{26}O_4$	62,87	11,36
VIII	2-окси-3-фенокси-2-этилпропаналядиэтилацеталь	82	113—114 (1)	1,0388	1,4900	67,18	8,92	$C_{15}H_{24}O_4$	67,14	9,01
IX	2-окси-3-фенокси-2-изопропилпропаналядиэтилацеталь	76	120—121 (1)	1,0272	1,4886	68,15	9,22	$C_{16}H_{26}O_4$	68,05	9,28
X	2-окси-3-бутилтно-2-этилпропаналядиэтилацеталь	83	99—100 (1)	0,9706	1,4620	59,25	10,62	$C_{13}H_{26}O_3S^a$	59,65	10,67
XI	2-окси-3-бутилтно-2-изопропилпропаналядиэтилацеталь	81	106—107 (1)	0,9715	1,4626	60,78	10,66	$C_{14}H_{30}O_3S^b$	60,39	10,86

а — найдено, % S = 12,02. Вычислено, % S = 12,12.

б — найдено, % S = 11,39. Вычислено, % S = 11,51.

Параметры спектров ПМР соединений (II—XI)

Номер соединения	Химический сдвиг, $\delta$ , м. д. (характер протонов, $J$ , Гц)
II	0,87, 0,97 дд [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, 7]; 1,16, 1,20 дт (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,85—2,3 м [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH]; 2,48, 2,66 дд (CH <sub>2</sub> -цикла, 5,5); 3,3—3,7 м (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,17 с (CH  )
III	0,82 т (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> , 7); 1,18 т (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,33 к (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> , 7); 1,96 с (OH); 3,02—3,90 м (CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 3,35 с (CH <sub>3</sub> O); 4,25 с (CH).
IV	0,58—1,7 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 1,95 с (OH); 3,0—3,9 м (CH <sub>2</sub> —O—CH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,22 с (CH).
V	0,82 т (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C, 7); 1,08 д [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, 7]; 1,13, 1,15 дт (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,35—1,62 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ); 1,09 с (OH); 3,15—3,84 м (CH—O—CH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,25 с (CH).
VI	0,62—1,63 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 2,11 с (OH); 3,16—3,88 м (CH <sub>2</sub> —O—CH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,28 с (CH).
VII	0,90 д [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, 7]; 1,16 т (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,36—2,01 м [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH]; 2,16 с (OH) 3,08—3,90 м (CH <sub>2</sub> —O—CH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,35 с (CH).
VIII	0,96 т (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C, 7); 1,13 т (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,33—1,93 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C); 2,06 с (OH); 3,26—3,96 м (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —O—CH <sub>2</sub> ); 4,40 с (CH); 6,61—7,43 м (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ).
IX	0,98 д [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, 7]; 1,15 т (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,8—2,3 м [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH]; 2,16 с (OH); 3,3—4,13 м (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> —O—CH <sub>2</sub> ); 4,50 (CH); 6,66—7,40 м (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ).
X	0,66—1,83 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> —C, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> , 2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 2,13 с (OH); 2,43 т (CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —S—CH <sub>2</sub> , 6,8); 2,46, 2,65 дд (CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —S—CH <sub>2</sub> , 13); 3,33—3,95 м (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,30 с (CH).
XI	0,87 т (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> , 7); 6,85 д [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, 7]; 1,14 т (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O, 7); 1,29—1,63 м (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ); 1,67—2,07 м [(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH, OH]; 2,42 т (CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —S—CH <sub>2</sub> , 6,8); 2,46, 2,65 дд (CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> —S—CH <sub>2</sub> , 13); 3,22—3,89 м (2CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O); 4,28 с (CH).

Строение синтезированных соединений (II—XI) подтверждено данными элементного анализа (табл. 1), ПМР — (табл. 2) и ИК спектрами.

В ПМР спектрах соединений (III—IX) сигналы неэквивалентных протонов метиленовых групп, связанных с кислородом, частично или полностью перекрываются с мультиплетом аналогичных протонов этокси-групп в области 3,0—4,13 м. д. И только в случае соединения (V) сигнал указанных протонов удается выделить в виде двух дублетов с  $\delta$  3,20 и 3,33 м. д. и КССВ, равной 10 Гц. ПМР спектры продуктов меркаптолиза (X—XI) значительно проще, так как сигналы протонов метиленовых групп, связанных с атомами кислорода и серы, не перекрываются. При этом неэквивалентные протоны метиленовой группы, связанной с атомом серы, дают два дублета с одинаковыми для обоих соединений  $\delta = 2,46$  и  $\delta = 2,65$  м. д. ( $J = 13$  Гц).

В целом число сигналов в ПМР спектрах, их мультиплетность и химические сдвиги (см. табл. 2) соответствуют структуре соединений (II—XI),

образующихся путем раскрытия эпоксицикла со стороны незамещенного атома углерода.

В ИК спектрах разбавленных растворов ( $10^{-3}$  мол/л) соединений (III—XI) в  $CCl_4$  имеются узкие полосы средней интенсивности в области  $3530—3565\text{ см}^{-1}$ , обусловленные наличием связанных внутримолекулярно гидроксильных групп. Очень сильное поглощение в области  $1050—1125\text{ см}^{-1}$  свидетельствует о наличии эфирных связей. Для всех указанных соединений отсутствует поглощение в области  $800—900\text{ см}^{-1}$ , которое отмечено у исходных ацеталей (I, II) и относится к валентным колебаниям эпоксицикла.

#### Экспериментальная часть

ИК спектры соединений (II—XI) сняты на спектрофотометре UR-20 в растворе  $CCl_4$ , ПМР спектры — на спектрометре Varian-NA-100 с рабочей частотой 100 МГц ( $10\%$ -ные растворы в  $CCl_4$ , внутренний стандарт TMC). Индивидуальность синтезированных соединений установлена методом ТСХ на пластинках Silufol.

Диэтилацеталь 2-изопропил-2-формилоксирана (II) получен по известной методике [4]. Его физико-химические константы и ПМР-спектр приведены в табл. 1 и 2.

**Диэтилацетали 2-окси-3-алкокси-2-алкилпропаналей (III—VII).** К раствору 50 мг гидроксида натрия в 50 мл метилового, пропилового, бутилового или изо-пропилового спирта добавляли при перемешивании 0,05 моля ацеталей формилоксиранов (I, II). Затем реакционную смесь кипятили в течение 25—30 ч (в случае соединения (V) 60 ч), избыток спирта отгоняли и перегонкой при пониженном давлении выделяли продукты (III—VII).

**Диэтилацетали 2-окси-3-фенокси-2-алкилпропаналей (VIII—IX).** К смеси 45 мг гидроксида натрия и 0,05 моля фенола добавляли при перемешивании 0,05 моля соответствующего ацетала (I, II). Затем реакционную смесь кипятили в течение 5 ч. Продукты реакции выделяли перегонкой при пониженном давлении.

**Диэтилацетали 2-окси-3-бутилтио-2-алкилпропаналей (X—XI).** 0,005 моля гидроксида калия растворяли в 40 мл 80%-ного этанола. К полученному раствору добавляли 0,06 моля бутилмеркаптана и при перемешивании в течение получаса приливали 0,05 моля ацетала (I, II). Затем реакционную смесь оставляли при комнатной температуре в течение 48 ч. После отгонки растворителя и избытка бутилмеркаптана продукты реакции выделяли перегонкой при пониженном давлении. Выход и физико-химические константы соединений (X—XI) приведены в табл. 1.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1980, № 3, с. 18.
2. Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г., Нахар Прадип.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2, с. 75.
3. Wright J. B. et al.— J. Am. Chem. Soc., 1957, v. 79, p. 1690.
4. Williams P. H., Payne G. B., Sullivan W. J., Vann Ess P. R.— J. Am. Chem. Soc., 1960, v. 82, p. 4883.

Поступила в редакцию  
12.04.83.

Кафедра органической химии

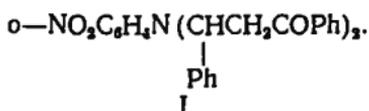
УДК 547.442.5

В. Н. СЫТИН, И. Г. ТИЩЕНКО,  
В. П. СУБОЧ, Л. И. КРАСОВСКАЯ

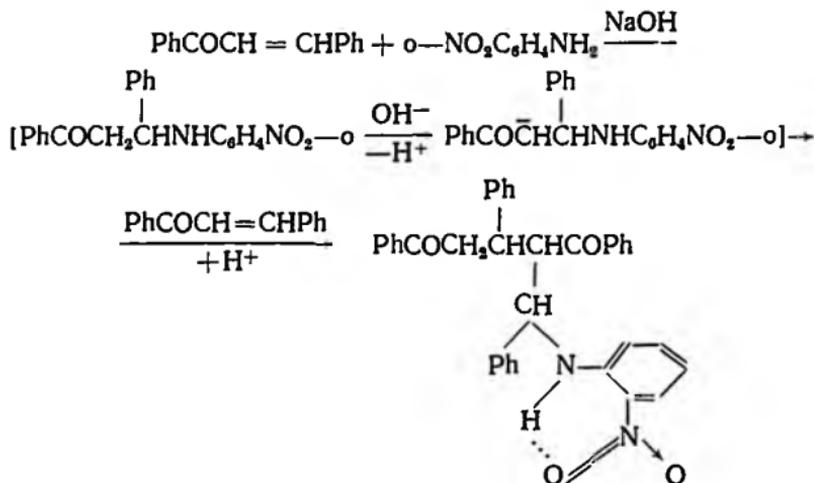
#### ОБ ОДНОЙ ОШИБОЧНОЙ ТРАКТОВКЕ СТРОЕНИЯ ПРОДУКТА РЕАКЦИИ ХАЛКОНА С ОРТО-НИТРОАНИЛИНОМ

В работе [1], вошедшей в справочную химическую литературу [2, 3], а также в обзор [4], продукту щелочной конденсации халкона с о-нитроанилином приписано строение N, N-бис-( $\alpha$ -фенацилбензил)-о-нитроанилина (I), содержащего третичный атом азота и являющегося, судя по-

данном элементного анализа, продуктом конденсации двух молекул халкона с одной молекулой *o*-нитроанилина:



Исследование строения образующегося соединения (I) с привлечением ИК, ПМР-и масс-спектров показало, однако, что такое утверждение является ошибочным. В действительности при взаимодействии указанных компонентов в условиях основного катализа образуется изомерный приведенному аддукту (I) аминокетон 5-(*o*-нитроанилино)-4-бензоил-1, 3, 5-трифенил-1-пентанон (II). Образование последнего в присутствии гидроксида натрия можно рассматривать как разновидность конденсации Михаэля, протекающей по схеме:



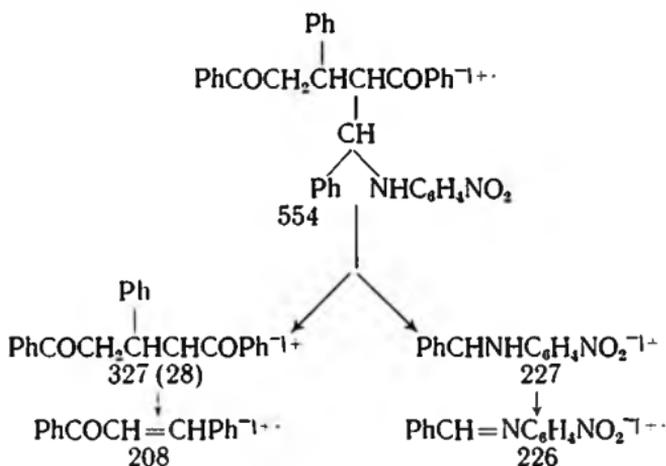
II

В ИК спектре аминокетона (II), записанного в КВг, валентные колебания NH и C=O групп проявляются в области 3305 и 1680, 1652 см<sup>-1</sup>. В ИК спектре соединения (II), снятого в растворе хлороформа, поглощению карбонильных групп соответствует только одна полоса при 1668 см<sup>-1</sup>. Валентным колебаниям NH группы отвечает полоса при 3325 см<sup>-1</sup>, положение которой не изменяется и при записи ИК спектров разбавленных растворов (CCl<sub>4</sub>, 10<sup>-3</sup> M).

В спектре ПМР аминокетона (II) (раствор в CDCl<sub>3</sub>) наблюдаются следующие сигналы: мультиплет с центром при 3,44 м. д. (две АВ-системы 2H, CH<sub>2</sub>), мультиплет с центром при 4,08 м. д. (метинный протон — X-часть, CHCH<sub>2</sub>), дублет дублетов с центрами при 4,44 и 4,54 м. д. (метинный протон в α-положении к бензойной группе, CHCOPh) и дублет дублетов с центрами при 5,08 и 5,15 м. д. (метинный протон в α-положении к атому азота, CHNH). Сигнал при 9,88 м. д., представляющий собой уширенный дублет (J=7,8 Гц), обусловлен резонансом аминного протона, что подтверждается его обменом на дейтерий в присутствии следов трифторуксусной кислоты. Сигналы ароматических протонов (24 H) находятся в интервале δ 6,40—8,28 м. д. Для правильного отнесения химических сдвигов протонов, проявляющихся в спектре в виде мультиплета с центром при 6,52 м. д. (2 H) и слегка расщепленного дублета с центром при 8,16 м. д. (1 H, J=8 Гц), нами записан спектр ПМР исходного *o*-нитроанилина, который показал, что эти протоны относятся к протонам ароматического кольца аминного фрагмента аминокетона. Как видно из спектра ПМР, химический сдвиг аминного протона смещен в сторону слабого поля по сравнению с химическим сдвигом аминного протона в

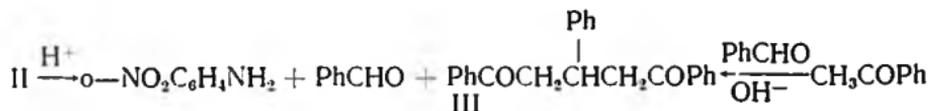
5-( $\alpha$ -нафтиламино)-4-бензоил-1, 3, 5-трифенил-1-пентаноне (6,54 м. д.) [5] на 3,34 м. д. вследствие электронного влияния нитрогруппы и наличия внутримолекулярной водородной связи.

В масс-спектре аминокдикетона (II) наблюдаются пики молекулярного иона  $M^+$  (554) и ряда фрагментов (приведены пики ионов с интенсивностью  $>40\%$  от максимального): 73 (43), 77 (58), 78 (42), 104 (42), 105 (80), 106 (42), 180 (47), 206 (44), 208 (51), 209 (43), 220 (45), 226 (100), 227 (49), 295 (42), 328 (40). Как видно из масс-спектра, записанного при ионизирующем напряжении 70 эВ, интенсивность молекулярного иона составляет около 1,5%. Максимальной интенсивностью обладает пик, отвечающий азометиновому фрагменту  $[PhCH=NC_6H_4NO_2]^+$  ( $m/z$  226), который может образоваться при масс-спектрометрической перегруппировке по типу перегруппировки Мак-Лафферти или в результате распада аминокдикетона по  $\beta$ -углеродной связи с образованием двух фрагментов с  $m/z$  327 и 227, дальнейшая фрагментация последнего дает пик с максимальной интенсивностью:



Таким образом, анализ спектральных данных, а также данные ТСХ показывают, что выделенный аминокдикетон (II) является одним индивидуальным диастереомером из четырех теоретически возможных.

Аминокдикетон (II) легко превращается в присутствии кислых агентов в 1, 3, 5-трифенил-1, 5-пентандион (III). Так, при выдерживании раствора аминокдикетона (II) в трифторуксусной кислоте в течение суток или при кипячении в смеси уксусной и соляной кислот в отношении 2 : 1 происходит его расщепление по типу ретроальдольного распада до дикетона (III), бензальдегида и о-нитроанилина:



Строение дикетона (III) подтверждено ИК, ПМР- и масс-спектрами, а также встречным синтезом из ацетофенона и бензальдегида [6].

ИК спектр дикетона (III) ( $CCl_4$ ,  $cm^{-1}$ ): 1680 ( $C=O$ ). ПМР спектр ( $CCl_4$ ,  $\delta$ , м. д., ТМС): центр мультиплета АВ, А'В' 3,18 (4 Н),  $J_{AB} = J_{A'B'} = 8$  Гц; X-часть — центр мультиплета 3,85 (1 Н). Мультиплет ароматических протонов (15 Н) находится в интервале  $\delta$  6,84—7,90 м. д. Масс-спектр ( $m/e$ ): 328 (M), 208, 105, 77.

#### Экспериментальная часть

Индивидуальность полученных соединений контролировали методом ТСХ на пластинках Silufol, элюент эфир — гексан (2 : 1) (проявление в парах йода). Спектры ПМР записаны на спектрометре JNM PS-100 при

рабочей частоте 100 МГц, внутренний стандарт ТМС. ИК спектры сняты на спектрофотометре Spesord 75 IR. Масс-спектрометрические данные получены на масс-спектрометре Varian MAT-311 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ.

**5-(о-Нитроанилино)-4-бензоил-1,3,5-трифенил-1-пентанол (II).** а) [1]. К раствору 4 г (0,019 г-мол) халкона и 2,62 г (0,019 г-мол) о-нитроанилина в 115 мл этилового спирта прибавляют 4 г NaOH в небольшом количестве воды. Выпавший осадок промывают водой, затем горячим спиртом и перекристаллизовывают из ледяной уксусной кислоты. Получают 1,05 г (19 %) аминокетона (II), представляющего собой иглы светлоранжевого цвета;  $t_{пл} = 240-241^\circ\text{C}$ . По данным [1],  $t_{пл} = 243^\circ\text{C}$ .

б) К раствору 4,16 г (0,02 г-мол) халкона и 3,45 г (0,02 г-мол) о-нитроанилина в 40 мл изопропилового спирта прибавляют 1 мл насыщенного метанольного раствора гидроксида натрия. Реакционную смесь оставляют на сутки при комнатной температуре, выпавший осадок отфильтровывают, промывают спиртом и перекристаллизовывают из смеси диоксиана с изопропиловым спиртом (1:2). Получают 1,55 г (28 %);  $t_{пл} 240-241^\circ\text{C}$ . Найдено, %: С 78,18; Н 5,74; N 4,94.  $\text{C}_{26}\text{H}_{30}\text{N}_2\text{O}_4$ . Вычислено, %: С 77,96; Н 5,45; N 5,05. Проба смешения аминокетона (II), полученного по известной методике а) и предложенной нами (методика б), не дала депрессии температуры плавления.

**Кислотное расщепление 5-(о-нитроанилино)-4-бензоил-1,3,5-трифенил-1-пентанола.** Раствор 1 г аминокетона (II) в 10 мл трифторуксусной кислоты выдерживают при комнатной температуре в течение суток, затем нагревают до кипения в течение 5 мин, охлаждают и выливают в воду. Образовавшиеся продукты экстрагируют эфиром, вытяжки промывают водой, нейтрализуют поташом и после отгонки растворителя бензилидендиацетофенон (III) и о-нитроанилин выделяют с количественным выходом хроматографированием на колонке с силикагелем, элюируя дикетон (III) в качестве первой зоны, элюент эфир — гексан (1:1). Температура плавления бензилидендиацетофенона и о-нитроанилина соответствовала данным литературы (84 [6] и  $71,5^\circ\text{C}$ ). Бензальдегид выделяют из реакционной смеси после разбавления водой путем отгонки его с водяным паром и идентифицируют по 2,4-динитрофенилгидразону ( $t_{пл} = 236^\circ\text{C}$ ).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Tambor J., Wildi F.— Ber., 1898, B. 31, T. 1, S. 349.
2. Veilst., 1931, B. 14, S. 108.
3. Houben-Weyl.— Methoden der organischen Chemie, 1957, B. 11/1, S. 288.
4. Cromwell N. H.— Chem. Rev., 1946, v. 38, p. 83.
5. Сытин В. Н., Тищенко И. Г., Бубель О. Н.— Докл. АН БССР, 1982, т. 26, № 8, с. 719.
6. Kostanecki St., Rossbach G.— Ber., 1896, B. 29, T. 2, S. 1488.



УДК 582.4/9+581.9

Т. А. САУТКИНА, Н. И. САУТКИНА

## РОД *EPILOBIMUM* L. ВО ФЛОРЕ БЕЛОРУССИИ

Объем рода *Epilobium* L. во флоре Белоруссии до настоящего времени нельзя считать окончательно установленным. В основных флористических работах [1—3] приводятся разные сведения о видовом составе кипреев Белоруссии. *Epilobium adenocaulon* и *E. nervosum* внесены в список флоры Белоруссии на основании того, что они указываются для сопредельных территорий [4, 5]. В дальнейшем они не вошли в определитель растений Белоруссии, так как нахождение их не было подтверждено гербарным материалом. Для *E. obscurum* указано только одно местонахождение в Гродненской области в окрестностях г. Гродно [1], в гербарии АН БССР этого гербарного образца нет. В 1971 г. *E. obscurum* приведен для флоры Беловежской пуши; отмечено, что он встречается изредка по кустарникам на берегу р. Лесной [6]. Н. В. Козловская и В. И. Парфенов [7] относили *E. obscurum* к числу видов, характерных только для Неманско-Предполесского геоботанического округа. В 1980 г. для флоры Налибокской пуши приведен *E. rubescens* [8]. Таким образом, список кипреев Белоруссии время от времени то увеличивается, то сокращается.

Для уточнения видового состава кипреев Белоруссии проведены полевые исследования на территории Минского, Логойского, Мядельского, Смолевичского, Пуховичского районов Минской области, Житковичского района Гомельской области и в окрестностях г. Могилева. Кроме того, просмотрены материалы Гербариев БГУ имени В. И. Ленина, Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича, МГУ имени М. В. Ломоносова, Березинского государственного заповедника, а также полевые сборы сотрудников отдела флоры и гербария института экспериментальной ботаники АН БССР Л. Г. Симонович, Д. И. Третьякова, Г. В. Вынаева и студентов кафедры ботаники БГУ имени В. И. Ленина. Обработка полевых материалов и критический пересмотр более 1500 гербарных листов кипреев позволили нам установить и подтвердить документально, что на территории Белоруссии род *Epilobium* представлен 11 автохтонными видами: *E. adenocaulon* Hausskn., *E. collinum* C. C. Gmel., *E. hirsutum* L., *E. montanum* L., *E. nervosum* Boiss. et Buhse (*E. roseum* Schreb. subsp. *subsessile* (Boiss.) P. H. Raven, *E. roseum* f. *subsessile* Boiss.), *E. obscurum* Schreb., *E. palustre* L., *E. parviflorum* Schreb., *E. roseum* Schreb., *E. rubescens* Rydb., *E. tetragonum* L. (*E. adnatum* Griseb.).

Так как по имеющимся ключам (1, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) идентифицировать многие виды кипреев, произрастающих в БССР, трудно, мы изучили морфологические особенности кипреев, по имеющимся гербарным материалам сделали полные морфологические описания кипреев и составили ключ для определения кипреев, распространенных на территории БССР.

## Ключ для определения кипреев Белоруссии

1. Листья ланцетные, широко-ланцетные или линейноланцетные, длина их в пять и более раз превышает ширину . . . . . 2  
+ Листья продолговатые, яйцевидно-продолговатые или яйцевидные, длина их в два-три раза превышает ширину . . . . . 6
2. Рыльце 4-раздельное. Лопастни рыльца хорошо выраженные, прямые или отогнутые . . . . . 3  
+ Рыльце цельное: головчатое, головчато-булавовидное или булавовидное . . . . . 5
3. Листья в центральной части стебля голые или редкое опушение на жилках. Все листья очередные, сидячие или короткочерешковые, цельнокрайние, завернутые на нижнюю сторону, с очень редкими мозолистыми бугорками по краю. Центральная жилка сильно выступающая, с обеих сторон слегка опушена очень мелкими серповидными прижатыми волосками. Жилки второго и последующих порядков очень четкие, отчего весь лист кажется ячеистым. Нижняя сторона листа серовато-зеленая, верхняя зеленая.

### К. узколистный (Иван-чай узколистный)<sup>1</sup> —

#### *E. angustifolium* (*Chamaenerium angustifolium* (L.) Scop.)

- + Листья в центральной части стебля с обеих сторон более или менее густо опушенные . . . . . 4
4. Листья по всему стеблю супротивные, сидячие, полустеблеобъемлющие, слегка низбегающие, неравно пильчатые с крупными тупыми хрящеватыми зубцами, направленными к заостренной верхушке листа и крючковидно загнутыми. Лист с обеих сторон редко опушен простыми длинными заостренными, иногда спирально закрученными белыми блестящими волосками, к которым примешиваются более короткие и широкие тупые, также спирально закрученные волоски, отчего они кажутся многоклеточными или даже железистыми. Четко выступают центральная жилка и жилки второго порядка, прочие заметны слабо.

#### К. мохнатый — *E. hirsutum*

- + Листья в нижней и средней частях стебля супротивные, верхние очередные, все сидячие, но не стеблеобъемлющие, неравномерно- и неравнозубчатые с тупыми короткими темно-окрашенными хрящеватыми зубцами, направленными к притупленной верхушке листа. Весь лист с обеих сторон густо покрыт длинными белыми отстоящими волосками, которые на верхней стороне сидят на белых бородавочках, отчего вся поверхность листа кажется усеянной белыми блестящими точками. Сильно выступают центральная жилка и редко расположенные жилки второго порядка. Жилки третьего порядка едва заметны.

#### К. мелкоцветковый — *E. parviflorum*

5. Листья в средней части стебля узколанцетные. Листовая пластинка с верхней стороны опушена редкими короткими серповидными волосками, снизу по жилкам или только по главной жилке. Листья цельнокрайние с очень редкими, едва заметными железками по краю, завернутые на нижнюю сторону. Хорошо различимы центральная жилка и жилки второго порядка.

#### К. болотный — *E. palustre*.

- + Листья в средней части стебля широколанцетные, сидячие или едва заметных черешках. Листовая пластинка голая, только по краю тонкие, редкие, серповидно изогнутые волоски и едва выступающие хрящеватые зубчики, расположенные перпендикулярно к краю. Главная жилка крылатая. Хорошо заметны главная жилка и жилки второго порядка.

#### К. четырехгранный — *E. tetragonum*

6. Рыльце 4-раздельное. Лопастни рыльца хорошо заметные, прямые или отогнутые, около 3—4 мм длины . . . . . 7  
+ Рыльце цельное, головчатое, иногда может быть слегка 4-лопастным, но тогда лопастни менее 1 мм длины . . . . . 8

7. Листья крупные 5—6 см длиной и 2—3 см шириной, неравномерно-пильчатые с хорошо заметными неравными короткими зубчиками, направленными к верхушке листа. Край листовой пластинки густо покрыт короткими изогнутыми прижатыми волосками. Также опущены жилки с обеих сторон. Кроме того, между жилками с обеих сторон листовой пластинки разбросаны очень короткие блестящие шиповидные волоски. Жилки светлые. С нижней стороны жилки 1 и 2 порядков слегка выдающиеся, окрыленные, главная жилка значительно шире боковых. С верхней стороны жилки 1 и 2 порядков четкие, слегка выступающие, по ширине почти одинаковые. Прочие жилки очень тонкие, образуют хорошо заметную с обеих сторон листа сеточку.

**К. горный — E. montanum**

+ Листья мелкие 1,5—2 см длиной и 0,5—1 см шириной, сидячие или почти сидячие, неравномерно пильчатые с 3—4 парами коротких, направленных вверх зубцов. Опушение листа и характер жилок как у кипрея горного.

**К. холмовый — E. collinum**

8. Листья с хорошо выраженными черешками, длина черешка более 0,5 см . . . . . 9

+ Листья сидячие, лишь иногда в верхней части стебля на очень коротких (до 1 мм) черешках, неравномерно зубчатые с очень короткими темноокрашенными зубчиками. Край листа опушен серповидными волосками. На нижней стороне листа жилки 1 и 2 порядков выступающие. Прочие не выступают над поверхностью листовой пластинки, но хорошо заметны.

**К. жилковатый — E. nervosum**

9. Семена продолговатые, книзу заостренные с прозрачным придатком на верхушке . . . . . 10

+ Семена обратно-яйцевидные, на обоих концах притупленные. Жилки листа с обеих сторон и край листовой пластинки опушены короткими серповидными прижатыми волосками. С нижней стороны листа жилки 1 и 2 порядков резко выступают, с верхней они вдавленные. Прочие жилки невыступающие, образуют хорошо заметную сеточку. Край листа неравномерно-пильчатый с хорошо заметными заостренными, вверх направленными зубцами.

**К. розовый — E. roseum**

10. Стебель голый, а если опушен, то без примеси железистых волосков . . . . . 11

+ Стебель в нижней части голый, в средней и под соцветием опушен мелкими простыми прижатыми волосками, к которым в соцветии примешиваются железистые. Лист опушен только по краю, почти цельнокрайний, с очень редкими и заметными только при большом увеличении короткими зубчиками. С нижней стороны жилки белые. Главная жилка широкая выдающаяся, жилки второго порядка тонкие, слабо выделяющиеся.

**К. железистостебельный — E. adenocaulon**

11. Стебель ребристый. Листовая пластинка тонкая, светло-зеленая, по краю слегка опушенная, с редкими, неравномерно расположенными, кверху направленными зубчиками с более темным хрящеватым окончанием. Главная жилка очень широкая, соломенно-желтая, с нижней стороны с широкими крыловидными выростами, по ширине равными жилке. Жилки второго порядка тонкие.

**К. краснеющий — E. rubescens**

+ Стебель круглый, гладкий, с хорошо выраженными листовыми линиями. Листовая пластинка плотная, темно-зеленая, совершенно голая или только по краю с изогнутыми волосками, неравномерно и неравнозубчатая, с короткими тупыми хрящеватыми зубцами, слегка направленными кверху. На нижней стороне листа жилки первого и второго порядков резко выступающие. Мелкие жилки не выступают, но хорошо заметны и образуют густую сеточку.

## К. темный — E. obscurum

Примечание: 1. *Epilobium angustifolium* мы не внесли в список кипреев Белоруссии и рассматриваем его как *Chamaenerium angustifolium*, но в ключ мы сочли целесообразным его ввести, так как некоторые систематики включают его в состав рода *Epilobium*.

Результаты работы по изучению кипреев следует рассматривать не только в плане флористических, но и в плане систематических исследований. Наши данные уточняют и дополняют сведения о видовом составе кипреев Белоруссии. Составленный нами ключ для определения кипреев с использованием выявленных таксономических признаков позволяет значительно упростить диагностику видов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Томин М. П. Сем. Кипрейные.— В кн.: Флора БССР. Минск, 1950, т. 3, с. 436.
2. Определитель растений Белоруссии.— Минск, 1967, с. 481.
3. Козловская Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны.— Минск, 1978, с. 118.
4. Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B.— *Rosliny polskie*. Warszawa, 1953, s. 385.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР.— М.—Л., 1941, с. 525.
6. Николаева Н., Зефирова Б. Флора Беловежской пушн.— Минск, 1971, с. 115.
7. Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии.— Минск, 1972, с. 11.
8. Библиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Ефремкина А. К., Кудряшева Н. К. Флора Налибокской пушн.— Минск, 1980, с. 106, 167.
9. Штейнберг Е. И. Сем. Кипрейные.— В кн.: Флора СССР. М.—Л., 1969, т. 15, с. 565.
10. Ворошилов В. В., Скворцов А. К., Тихомиров В. Н. Определитель растений Московской области.— М., 1966, с. 238.
11. Гроссгейм А. А. Определитель растений Кавказа.— М., 1949, с. 190.
12. Косенко И. С. Определитель высших растений северо-западного Кавказа и Предкавказья.— М., 1970, с. 244.
13. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР.— Л., 1964, с. 359.
14. Скворцов А. К. Сем. Onagraceae Juss. Онагровые (Кипрейные).— В кн.: Флора северо-востока европейской части СССР. Л., 1976, с. 210.
15. Станков С. С., Талиев В. И. Определитель высших растений европейской части СССР.— М., 1957, с. 191.
16. Фатаре И. Я. Род *Epilobium* L. в Латвийской ССР.— В сб.: Флора и растительность Латвийской ССР: Северо-Видземский геоботанический район. Рига, 1979, с. 128.
17. Raven P. H. Onagraceae.— In the *Flora Europaea*, vol. 2. Cambridge, 1968, p. 308.

Поступила в редакцию  
20.10.82.

Кафедра ботаники

УДК 577.472(28): 591.524.11

В. А. БАБИЦКНЯ

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППИРОВКИ ДОННОЙ МИКРОФАУНЫ В ТРЕХ ОЗЕРАХ РАЗНОГО ТИПА

Для оценки экологической ситуации в водоеме необходимо располагать сведениями о видовом составе и количественном развитии группировок и сообществ организмов, обитающих в нем. Указанные параметры являются первостепенными при оценке биологической продуктивности водных экосистем и качества воды в них.

При изучении донной микрофауны мезотрофного оз. Нарочь, эвтрофного оз. Мястро и высокоэвтрофного оз. Баторин исходили из того, что к микробентосу относятся все животные организмы, обитающие как на поверхности грунта, так и между его частицами, с размерами тела не более 3 мм [1].

На каждом озере было установлено определенное число постоянных

станций (Нарочь-11, Мястро-8, Баторин-6), расположенных на разных глубинах и типах донных отложений.

Исходя из того, что отдельные виды микробентоса способны проникать на большие глубины [2—4], на всех станциях при отборе проб высота колонки грунта, заключенная в микробентометре, была не менее 15 см высоты. Сбор и обработку фиксированного формалином материала проводили по методике [5], которая позволяет учесть практически всех микробентических животных, за исключением инфузорий и ряда видов беспанцирных коловраток. Сведения о количественном развитии инфузорий на разных грунтах и в целом по изученным озерам опубликованы ранее [6].

Таблица 1

Число видов экологических группировок микробентоса в озерах

Экологические группировки	Нарочь	Мястро	Баторин
Постоянные компоненты	109	104	78
Молодь макробентоса	78	42	33
Донные стадии циклопов	7	6	4
Всего	164	152	117

Всего в составе донной микрофауны озер Нарочь, Мястро и Баторин зарегистрировано соответственно 164, 152 и 117 видов и групп беспозвоночных (табл. 1). Отдельные виды и группы микробентоса существенно различаются по своей экологии. В составе микробентоса отчетливо выделяются три экологические группировки: постоянные компоненты или собственно микрозообентос и две группы, которые лишь часть своего жизненного цикла проводят в составе микробентоса — молодь макробентических животных и донные стадии в жизненных циклах пелагических беспозвоночных. В озерах Нарочанской группы первая группировка представлена в основном простейшими, нематодами, коловратками, кладоцерами, частично копеподами, остракодами и др., вторая — олигохетами, моллюсками, личинками хирономид и некоторых других насекомых, третья — в основном последними копеподитными стадиями пелагических циклопов. Наибольшее видовое разнообразие во всех озерах характерно для первой экологической группировки (см. табл. 1), в составе которой преобладали раковинные амёбы (всего по всем озерам 30 видов), коловратки (22 вида) и кладоцеры (39 видов). Среди организмов второй экологической группировки по числу видов доминировали олигохеты (22 вида) и личинки хирономид (29 видов). Третья группировка практически полностью представлена только старшими копеподитными стадиями пелагических циклопид. Из приведенных данных следует, что число видов отдельных экологических группировок и общее число видов микробентоса закономерно уменьшалось с повышением уровня трофии озер, что можно объяснить снижением разнообразия биотопов в них. Так, в мезотрофном оз. Нарочь насчитывается 9 типов донных отложений, в эвтрофном оз. Мястро — 7 и высокоэвтрофном оз. Баторин — только 4 [7].

В табл. 2 приведены среднегодовые (за 2 года) показатели развития разных экологических группировок на отдельных типах донных отложений, которые в озерах Нарочь, Мястро и Баторин занимают 85,0; 83,9 и 90,5 % площади зеркала этих водоемов. Сопоставляя полученные данные, видим, что постоянные компоненты микробентоса во всех озерах в наибольших количествах развивались на сапропелях, которые в изученных озерах занимают средние и максимальные глубины. Наибольшего развития группа молоди макробентических животных достигала на песках разной степени заиленности (зона литорали, т. е. мелководий).

Среднегодовая (1970—1972) численность и биомасса экологических группировок микробентоса на разных грунтах в озерах

Тип грунта	Постоянные компоненты		Молодь макробентоса		Донные стадии циклопов	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
<b>Нарочь</b>						
Пески разной степени заиленности	15,4	0,19	7,9	0,52	5,7	0,19
Карбонатный сапропель	47,9	0,29	3,2	0,25	32,7	1,15
Кремнеземистый сапропель	72,8	0,22	1,7	0,13	20,6	0,61
<b>Мястро</b>						
Пески разной степени заиленности	30,2	0,41	23,0	1,76	21,4	0,61
Кремнеземистый сапропель	1306,3	1,93	1,9	0,15	41,5	0,82
<b>Баторин</b>						
Пески разной степени заиленности	15,9	0,09	5,7	0,52	7,9	0,29
Тонкодетритовый сапропель	297,7	0,62	0,3	0,02	15,9	0,56

Наибольшие величины численности ( $N$ , тыс. экз/м<sup>2</sup>) и биомассы ( $B$ , г/м<sup>2</sup> сырого в-ва) донных стадий пелагических циклопов в озерах Мястро и Баторин были также приурочены к максимальным глубинам и только в оз. Нарочь наибольшие количественные характеристики этих животных зарегистрированы на средних глубинах, выстилаемых карбонатным сапропелем.

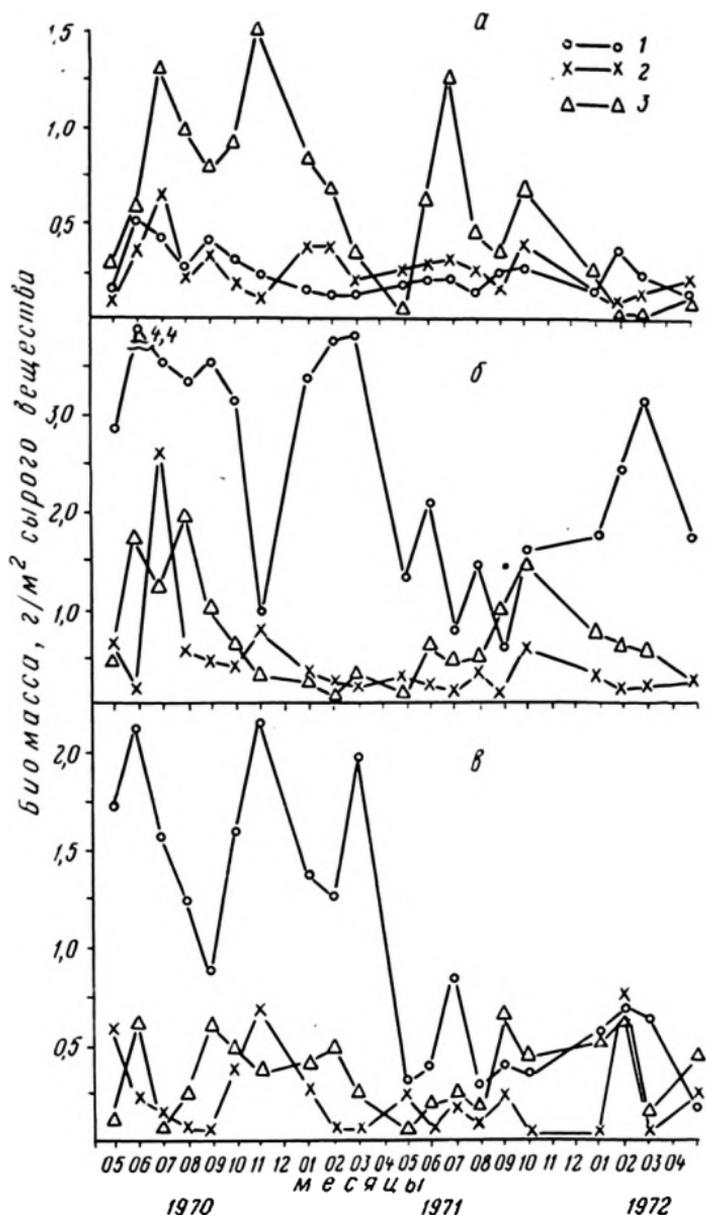
При проведении продукционно-биологических исследований водных экосистем необходимо располагать данными, характеризующими количественное развитие донной фауны на единице площади в среднем по всему водоему. В настоящем сообщении для этих целей использовалась действительная средняя (средняя взвешенная).

За два вегетационных сезона (май — октябрь) у всех экологических группировок донной микрофауны во всех озерах наблюдалось по два максимума развития, приходившиеся на начало (май — июнь) и конец (сентябрь — октябрь) сезона (см. рисунок). Роль отдельных систематических групп в формировании общей биомассы группировок в отдельных озерах различалась. Так, если в оз. Нарочь основу биомассы постоянных компонентов микробентоса составляли остракоды, раковинные амёбы и кладоцеры, соответственно 38,4; 34,6 и 13,1 % среднегодовой биомассы этой группировки, то в озерах Мястро и Баторин — только раковинные амёбы (94,7 и 90,9 %). Среднегодовая численность этих простейших в озерах составила 46,7; 1415,0 и 484,0 тыс. экз/м<sup>2</sup>.

Среди группировки молоди макробентических животных в оз. Нарочь преобладали личинки хирономид и олигохеты (52,1 и 36,4 %), а в озерах Мястро и Баторин — лишь олигохеты (66,7 и 84,2 %).

В составе группировки донных стадий пелагических циклопов доминировали старшие колеподитные стадии *Mesocyclops leuckarti*. Обращает на себя внимание возрастание биомассы этих животных в период, предшествующий ледоставу (конец ноября). Увеличение плотности колеподитных стадий большого числа видов циклопид в донных осадках осенью связано с цикличностью развития популяций этих животных в водоемах [8, 9, 10].

Для сопоставления количественного развития разных группировок в озерах были рассчитаны среднегодовые величины их численности и биомассы (табл. 3). Наибольшие величины этих показателей у всех групп



Динамика биомассы экологических группировок микрозообентоса в озерах Нарочь (а), Мясро (б) и Баторин (в):

1 — постоянные компоненты; 2 — молодь макробентоса; 3 — донные стадии циклопов

зарегистрированы в эвтрофном оз. Мясро. В оз. Баторин показатели количественного развития молоди макробентоса и донных стадий циклопов было ниже. Таким образом, количественное развитие донной микрофауны не было связано с уровнем трофии озер. Низкие величины численности и биомассы микрозобентоса в высокоэвтрофном оз. Баторин, видимо, обусловлены тем, что в этом озере наблюдаются наибольшие величины биомассы хищного макробентоса и рыб-бентофагов (11), источником пищи которых служат организмы микрозобентоса.

Соотношение биомассы экологических группировок в оз. Нарочь иное, чем в более трофных озерах. Так, если в суммарной биомассе микрозобентоса здесь преобладали донные стадии пелагических циклопов (54,4 %),

Среднегодовая (1970—1972) численность и биомасса экологических группировок микробентоса в озерах

Экологические группировки	Нарочь		Мястро		Баторин	
	N	B	N	B	N	B
Постоянные компоненты	53,5	0,26	1422,7	2,52	487,9	1,05
Молодь макробентоса	4,2	0,26	5,8	0,44	2,3	0,18
Донные стадии циклопов	22,6	0,62	25,1	0,83	10,0	0,35
Всего	80,3	1,14	1453,6	3,95	500,2	1,58

то в озерах Мястро и Баторин — постоянные компоненты микробентоса, причем в последних озерах соотношение биомассы одних и тех же экологических группировок было практически одинаковым (первая группа 66,0—66,4; вторая 11,4—11,7, третья 21,9—22,6 %). В оз. Нарочь на долю собственно микробентоса и молоди макробентических животных приходилось 22,8 % суммарной биомассы донной микрофауны.

Проведенные исследования показали, что видовой состав трех экологических группировок микробентоса закономерно уменьшался по мере возрастания уровня трофики озер. Вместе с тем существенные различия в количественном развитии изученных группировок в озерах не зависели от трофического типа водоемов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бабницкий В. А.— Гидробиол. ж., 1980, т. 16, № 1, с. 37.
- 2 Чиркова З. Н.— В сб.: Поведение водных беспозвоночных, Борок, 1975, с. 98
- 3 Bryant V. M., Lauborn Y. E.— Proc. Roy. Soc. Edinburg, 1974, v. B74, Nb. 1 p. 265.
- 4 Milbrink G.— Rep. Inst. Freshwater Res., Drottningholm, 1973, v. 53, p. 34.
- 5 Гурвич В. В.— Биол. внут. вод: Информ. бюл., 1969, № 3, с. 57.
- 6 Бабницкий В. А., Лукьянович Л. М.— В сб.: Основы биопродуктивности внутренних водоемов Прибалтики. Вильнюс, 1975, с. 36.
- 7 Якушко О. Ф.— Белорусское Поозерье. Минск, 1971.
- 8 Касымов А. Г., Слепухина Г. А.— Докл. АН СССР, 1964, т. 186, № 5 с. 1109.
- 9 Viyverberg J.— Freshwater Biol., 1977, v. 7, № 6, p. 586.
- 10 Wierzbicka M.— Pol. Arh. Hydrobiol., 1972, v. 19, № 4, p. 369.

Поступила в редакцию  
03.12.80.

Отдел гидробиологии Проблемной НИИ  
экспериментальной биологии

УДК 595.324 : 574.583

Л. В. КАМЛЮК

### ЧИСТАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РОСТА ПОПУЛЯЦИИ МАССОВЫХ ВИДОВ РАКООБРАЗНЫХ ПРУДОВОГО ЗООПЛАНКТОНА

Важным элементом энергетических превращений в живом организме является использование энергии пищи на рост. Количественным показателем связи между этими величинами служит коэффициент  $K_2$ :  
$$K_2 = \frac{P}{P+R}$$
, где  $P$  — энергия прироста,  $R$  — траты на обмен.

Величины  $K_2$  (или чистая эффективность роста) служат основой не только для анализа баланса энергии на уровне организма, популяции, но могут быть использованы при расчете продукции животных физиологическим методом [1]:

$$P = \frac{K_2}{1-K_2} \cdot R.$$

В научной литературе накоплен обширный материал по величинам  $K_2$  у большого числа видов водных организмов различных таксономических групп, прослежено изменение их в онтогенезе [2—10]. Однако изменчивость величин  $K_2$  в популяциях животных, сопряженная с их динамикой численности в условиях разного пресса выедания, исследована недостаточно.

Для изучения этого вопроса проведены определения величин  $K_2$  на фоне сезонной динамики численности трех массовых видов ракообразных прудового зоопланктона — *Daphnia longispina* (O. F. Muller), *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Muller), *Bosmina longirostris* (O. F. Muller).

### Материал и методика

Основой работы послужили результаты сборов количественных проб зоопланктона на шести нагульных рыбоводных прудах племрыбхоза «Изобелино» Молодечненского района. Пробы отбирали еженедельно трубой Ляхновича — Щербакова с 10 разных точек пруда (площадь по 0,1 га). Отобранные 20 л прудовой воды для концентрирования зоопланктона процеживали через сеть Апштейна (газ № 68).

Продукцию ( $P$ ) популяций массовых видов ракообразных: дафнии, цериодафнии и босмины определяли расчетным вариантом графического метода [11]:  $P = N_i (W_{\max i} - W_{\max j}) \frac{1}{D_i} + N_j (W_{\max j} - W_{\min j}) \frac{1}{D_n} + N_i \times E \cdot (W_{\min j} - W_{e0}) \frac{1}{D_e}$ , где  $N_j$ ,  $N_i$  — численность взрослых ( $i$ ) и ювенильных ( $j$ ) особей;  $W_{\max i}$  и  $W_{\max j}$  — максимальная сырая масса взрослой и неполовозрелой особей, мг;  $W_{e0}$  — минимальная сырая масса яйца в выводковой камере, мг;  $D_e$ ,  $D_n$ ,  $D_i$  — продолжительность роста (развития) яиц, молоди и взрослых особей, сутки;  $E$  — плодовитость (среднее число яиц в расчете на одну взрослую самку в популяции).

В количественных пробах зоопланктона промеряли по 50 экз. рачков каждого из трех видов. Замеряли максимальную длину босмин без мурок, дафний без хвостовой иглы, а также длину и ширину яиц. Вес последних рассчитывали по формуле объема эллипсоида при допущении, что 1 мм<sup>3</sup> вещества яйца имеет массу 1 мг. При переводе линейных размеров (мм) зоопланктона в единицы массы (мг) использовали коэффициенты, опубликованные в работе [12].

Траты энергии на обмен рассчитывали по следующим зависимостям между массой тела ( $M$ , г) и скоростью потребления кислорода [13]:

для популяций босмины и дафнии  $R = 0,143 W^{0,803}$  мл О<sub>2</sub>-экз.<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>; цериодафнии —  $R = 0,088 W^{0,74}$  мл О<sub>2</sub>-экз.<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>.

Правомерность выбора указанных формул связи обмена с массой тела для дальнейших расчетов величин энергетических трат на обмен подтверждена контрольными измерениями интенсивности газообмена трех рассмотренных видов ракообразных разных индивидуальных масс, проведенных автором методом замкнутых сосудов.

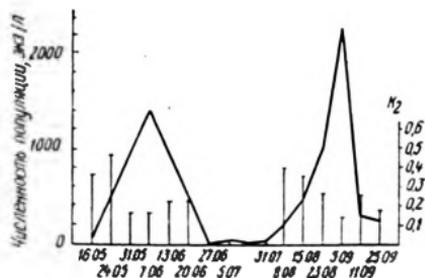
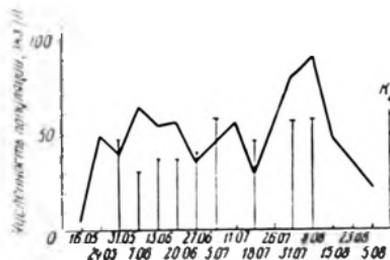


Рис. 1. Сезонная динамика численности популяции *Daphnia longispina* и сопряженные с ней величины  $K_2$  (пруд № 18)

Рис. 2. Сезонная динамика численности популяции *Bosmina longirostris* и сопряженные с ней величины  $K_2$  (пруд № 18)

## Результаты и их обсуждение

На рис. 1—3 представлены величины чистой эффективности роста, рассчитанные для каждой даты наблюдений, сопряженные с динамикой численности популяций дафнии, цериодафнии и босмины в течение всего вегетационного сезона. Легко заметить, что величины  $K_2$  для популяций изученных видов непостоянны и для босмины и цериодафнии тесно коррелируют с характером динамики их численности: в фазе подъема численности популяции они максимальны, в фазах максимальной численности и ее спада — минимальны. Для популяции дафнии подобной зависимости не наблюдается.

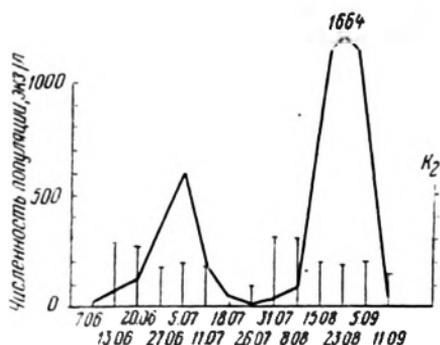


Рис. 3. Сезонная динамика численности популяции *Ceriodaphnia quadrangula* и сопряженные с ней величины  $K_2$  (пруд № 18)

Аналогичная взаимосвязь между величинами  $K_2$  и фазами динамики численности популяций трех видов ракообразных получена и на остальных нагульных прудах. Это позволило осреднить величины  $K_2$  для популяций каждого вида на каждой фазе динамики численности (см. таблицу).

Обнаруженные корреляционные взаимоотношения эффективности роста с фазами динамики численности в популяциях мелких видов босмины и цериодафнии можно объяснить с позиций оценки степени пресса на них годовиков карпа. Средние за вегетационный сезон линейные размеры особей в популяциях босмины и цериодафнии (0,32 и 0,45 мм соответственно) не обнаруживают корреляции от плотностей выращиваемых рыб, что косвенно указывает на отсутствие их выедания рыбами. Анализ питания годовиков карпа в изученных прудах подтвердил это предположение. Таким образом, популяции этих мелких двух видов ракообразных имели возможность регулировать свою плотность и продуктивность обычными популяционными механизмами

Величины чистой эффективности роста, %, для популяций трех видов ветвистоусых раков на разных фазах динамики их численности

Вид	Фазы динамики численности			Средняя за сезон
	Начало подъема	пик	спад	
Босмина	40,4 ± 3,7	18,0 ± 3,0	22,1 ± 2,1	27,6 ± 3,3
Цериодафния	30,7 ± 1,6	19,0 ± 2,1	14,1 ± 1,7	24,3 ± 2,0
Дафния	—	—	—	42,1 ± 2,36

через плодовитость, рождаемость и смертность. Как показано ранее [14], на этих же прудах и видах максимальная плодовитость и скорость рождаемости отмечались в фазе начала подъема численности популяций босмины и цериодафнии. Сдвиг соотношения возрастов в фазе подъема численности в сторону значительного преобладания быстро растущей молодежи и повышенная плодовитость взрослых особей, обеспечившая усиленный генеративный рост популяциям босмины и цериодафнии, привели к более высокой эффективности роста в этой фазе динамики численности популяций.

Популяции крупного вида ракообразных дафнии подвержены выеданию рыбами пропорционально их плотности при выращивании. Свидетельством этому является тесная связь показателей среднесезонных ли-

нейных размеров особей в популяциях дафний с плотностями рыб [14], а также анализ питания карпов, показавший наличие дафний в их кишечниках. Выедание взрослых особей приводило к возрастанию доли молоди в популяциях дафнии и высокой плодовитости взрослых особей, что обеспечило высокий уровень эффективности роста на каждой фазе динамики численности.

Таким образом, на величину чистой эффективности роста популяций существенно влияют соотношения возрастов и плодовитость, величины которых для выедаемых популяций животных определяются плотностью потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шушкина Э. А.— В сб.: Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968, с. 126.
2. Крючкова Н. М.— Науч. докл. высшей школы: Биологические науки, 1969, № 9, с. 35.
3. Рошин В. Е., Мазелев К. Л.— Вестн АН БССР. Сер. биол. наук, 1978, № 5, с. 112.
4. Семенченко В. П., Сарвино В. С.— Докл. АН БССР, 1977, № 4, с. 376.
5. Галковская Г. А., Еремова Н. Г., Митягина И. Ф.— В сб.: Энергетические аспекты роста и размножения водных беспозвоночных. Минск, 1975, с. 76.
6. Хмелева Н. Н., Нагорская Л. Л., Байчоров В. М.— Тез. докл. Всес. конф. по акклиматизации. М., 1980, с. 320.
7. Зайка В. Е.— В кн.: Биологическая продуктивность южных морей. Киев, 1974, с. 100.
8. Иванова М. Б.— В кн.: Биологическая продуктивность северных озер, т. 1, Озера Круглое и Кривое. Л., 1975, с. 93.
9. Крючкова Н. М. Эффективность использования пищи зоопланктоном.— В сб.: Биологическая продуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971, с. 114.
10. Сушеня Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных.— Минск, 1975, с. 208.
11. Винберг Г. Г., Печень Г. А., Шушкина Э. А.— Зоол. ж., 1965, т. 44, № 5, с. 676.
12. Балущкина Е. В., Винберг Г. Г.— В сб.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 58.
13. Сушеня Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных.— Киев, 1972, с. 195.
14. Камлюк Л. В., Ляхнович В. П.— Гидробиол. ж., 1977, т. 13, № 1, с. 48.

Поступила в редакцию  
12.01.83.

Кафедра общей экологии

УДК 591.5 : 595.768.2

Е. С. ШАЛАПЕНКО, Т. И. ЗАПОЛЬСКАЯ

### СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ДОЛГОНОСИКОВ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ БИОТОПОВ

Анализ общих закономерностей динамики численности насекомых позволяет правильно осуществлять прогноз их массового появления и ожидаемого ущерба для культурных растений. Изменение динамики численности популяции вида на территории ареала — многофакторный процесс. Ведущими являются климатические и трофические факторы, в частности, поиски новых мест обитания с обильной пищей служат одной из причин миграций долгоносиков. К. В. Арнольди [1] разделяет сезонные миграции насекомых на основные, связанные с дальними перелетами большой массы особей, и малые местные, представляющие периодические перемещения массы особей данного вида на сравнительно малые расстояния. Ко второго рода миграциям относятся летние и осенние переселения насекомых с полей в лес на зимовку и весенние — из лесных насаждений к местам размножения. В таких миграциях участвует, хотя и не одновременно, большая часть особей популяции. Причиной перемещений чаще всего служат поиски мест обитания с обильной или специфической пищей (трофические миграции). Помимо трофических, у долгоносиков наблюдаются миграции, связанные с размножением [2]. Обычно такого рода перемещения характерны для видов насекомых с длительным периодом дополнительного питания.

Выяснение характера распределения долгоносиков в кронах древесных пород и пограничных травянистых местообитаниях позволило установить особенности сезонных миграций жуков родов *Sitona*, *Phitonomus* и *Arion*, многие из которых являются типичными олигофагами, приуроченными к бобовым [2—4].

#### Материал и методика

Сбор материала проводился в июле — августе 1980—1981 гг. на станции в Столбцовском районе Минской области. Основные материалы собраны в лесах трех типов, характеристика которых дана по [5]. В смешанном широколиственно-еловом лесу с двухярусным древостоем доминантом и эдификатором является ель обыкновенная, субэдификаторами — береза бородавчатая и осина. Второй ярус представлен дубом черешчатым, ивами козьей и ломкой. В состав подлеска входят рябина, лещина, крушина, ивы.

В березняке разнотравно-злаковом доминируют береза бородавчатая, в травостое — многочисленны злаки. Злаковый тип березняка образуется при заселении березой бородавчатой старопахотей, суходольных лугов и старых, сильно задерненных лесных вырубках [5].

Для ольшаника таволгового характерно преобладание ольхи черной со слабым подлеском из крушины и ив.

В указанных типах леса обследовались кроны основных лесобразующих пород, травостой массивов леса, полян и опушек, а также прилегающие к лесам посевам бобовых. Использованы стандартные методы сбора насекомых крон древесно-кустарниковых пород и травостоя [6].

Всего проведено 218 сборов, с периодичностью 5—7 дней с трехкратной повторностью в каждом биотопе.

#### Результаты и их обсуждение

Из 104 видов долгоносиков, собранных нами в древесных насаждениях, 87 найдено на различной травянистой растительности. Комплекс долгоносиков травостоя весьма разнообразен. Травостой леса служит местом обитания многих видов долгоносиков, с другой стороны, является промежуточным биотопом, через который идет миграция видов *Curculionidae*, биологически связанных с древесными растениями и с различными культурными и дикорастущими травянистыми растениями. В связи с этим мы выделили в комплексе долгоносиков — обитателей травостоя несколько биологических групп.

1. Виды, тесно связанные в своем жизненном цикле с древесно-кустарниковыми растениями (pp. *Phyllobius*, *Strophosomus*, *Rhynchaenus*, *Curculio*, *Dorytomus*). Массовое появление видов родов *Phyllobius* и *Strophosomus* в июне — июле в травостое леса (см. таблицу 1.) связано с миграцией жуков с деревьев и кустарников для откладки яиц в почву. Максимум численности *Phyllobius arborator* Hbst. на травянистой растительности наблюдается в конце июня, *Phyllobius argentatus* L. — в начале июля. В это время на деревьях остаются лишь единичные особи.

Численность *Strophosomus capitatus* Steph. в травостое достигает максимума в середине июля с выходом имаго нового поколения.

Долгоносики родов *Rhynchaenus*, *Curculio*, *Dorytomus* найдены на травянистой растительности в незначительном количестве. Эти виды типичные дендрофилы. Развитие личинок и питание имаго проходит у них в кронах древесно-кустарниковых пород (ив, лещины, дуба). Нахождение их на травянистой растительности должно расцениваться как случайное, что и подтверждается единичностью обнаружения (см. таблицу).

2. Виды, для которых лесной травостой служит резервацией. Отсюда жуки могут мигрировать на посевам сельскохозяйственных растений. К этой группе относятся виды родов *Sitona* и *Arion*, тесно связанные в своем развитии с бобовыми растениями.

У клубеньковых долгоносиков рода *Sitona* питание имаго и развитие личинок происходит в основном на культурных бобовых. Во время проведения на посевах сельскохозяйственных работ, слоники рода *Sitona*

Характер распределения долгоносиков в различных местообитаниях

Роды долгоносиков	Кроны деревьев		Травостой								Общая численность
			массив леса		опушки		поляны		посевы бобовых		
	число видов	численность	число видов	численность	число видов	численность	число видов	численность	число видов	численность	
Otiorrhynchus Germ.	1	2	1	6	1	1	1	3	2	8	20
Phyllobius Germ.	5	1172	5	415	5	141	5	102	2	8	1838
Polydrosus Germ.	1	64	1	8	—	—	—	—	4	144	216
Brachyderes Schönh.	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	2
Sciaphilus Steph.	—	—	—	—	1	3	1	4	—	—	7
Brachysomus Steph.	—	—	1	64	1	19	1	32	1	20	135
Strophosomus Schönh.	1	726	1	89	1	155	1	115	1	57	1142
Strophomorphus Seide.	—	—	1	1	1	5	1	2	1	2	10
Sitona Germ.	2	6	6	11	7	74	7	43	7	54	188
Chlorophanus Germ.	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Cleonus Schönh.	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1
Phytonomus Schönh.	—	—	1	2	2	16	2	11	2	6	35
Magdalis Germ.	3	7	—	—	—	—	—	—	—	—	7
Coeliodes Schönh.	3	10	—	—	1	1	—	—	—	—	11
Cidnorrhinus Thoms.	1	4	1	4	1	1	1	2	—	—	11
Ceuthorrhynchus Germ.	3	4	1	1	1	15	1	9	—	—	29
Sirocalus Heyd.	1	2	—	—	1	2	2	11	—	—	15
Rhinoncus Steph.	1	1	1	3	2	8	2	5	—	—	17
Phytobius Schönh.	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	3
Amalus Schönh.	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1
Orobitis Jerm.	—	—	—	—	1	5	—	—	—	—	5
Curculio L.	4	64	1	1	—	—	2	2	—	—	67
Anthonomus Germ.	1	3	1	1	—	—	—	—	—	—	4
Elleschus Steph.	2	37	—	—	—	—	—	—	—	—	37
Acalyptus Schönh.	1	11	—	—	—	—	1	4	—	—	15
Dorytomus Steph.	5	38	2	2	—	—	1	2	—	—	42
Anoplus Schönh.	1	12	1	1	1	1	1	2	—	—	16
Rhynchaenus Clairv.	7	59	3	7	—	—	2	7	1	2	75
Rhamphus Clairv.	1	101	—	—	—	—	1	2	—	—	103
Gymnetron Schönh.	—	—	3	9	5	96	4	58	—	—	163
Miarus Steph.	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	2
Nanophyes Schönh.	1	4	1	1	1	6	—	—	—	—	11
Apion Hbst.	8	103	12	116	21	395	23	525	8	40	1179
<b>Всего:</b>	<b>45</b>	<b>743</b>	<b>56</b>	<b>2433</b>	<b>58</b>	<b>949</b>	<b>61</b>	<b>942</b>	<b>29</b>	<b>341</b>	<b>5408</b>

чаще отмечались нами на опушках леса. На зимовку клубеньковые долгоносники тоже часто мигрируют в леса и лесополосы.

У видов рода *Apion* (*A. (Protapion) aestivum* Germ. и *A. (Protapion) aricans* Hbst.) размножение и развитие личинок, а также питание имаго проходит на культурных и дикорастущих бобовых. В наших сборах эти виды встречаются в течение всего сезона сборов на различных бобовых в травостое полян, опушек и массива различных типов леса. Здесь же происходит их зимовка. Часть жуков, обитающих на посевах бобовых,

граничащих с лесом, тоже мигрирует в леса для зимовки, а часть остается зимовать на полях.

Более тесную связь с древесно-кустарниковыми насаждениями обнаруживает желтоногий клеверный семяед (*A. (Protarion) flavipes* Pk.) Этот вид отмечен нами на травянистой растительности в лесах в течение всего сезона сборов, причем в значительном количестве (см. таблицу 1.). Дополнительное питание после зимовки у *Protarion flavipes* происходит в кронах деревьев, затем в мае — июне жуки мигрируют на клевера (чаще дикие) для размножения. Период развития личинки очень короткий и уже в июле появляются жуки нового поколения. Этим объясняется высокая численность *Protarion flavipes* на дикорастущих бобовых в течение всего сезона сборов (июнь — июль). В августе молодые жуки начинают мигрировать в кроны деревьев и кустарников для дополнительного питания перед зимовкой и численность *Protarion flavipes* в травостое леса снижается, закономерно возрастая на деревьях.

Таким образом, для указанных видов лесной травостой является резервацией.

3. Виды, у которых весь цикл развития проходит на различной травянистой растительности. Травостой леса служит их постоянным местом обитания. Питание взрослых особей и развитие личинок у таких видов проходит на травянистых растениях семейств крестоцветных (*Sirocalus*, *Ceuthorrhynchus*), гречишных (*Rhinopus*, *Phytobius*), подорожниковых, бурачниковых (*Gymnetron*), колокольчиковых (*Miarus*) и др. В наших сборах относительная численность этих видов невысока (см. таблицу).

Анализируя видовой состав долгоносиков в травостое древесных насаждений, интересно сравнить фауну долгоносиков различных участков леса — полян, опушек и массива (см. таблицу) и прилежащих к лесам посевов бобовых.

Богатство и разнообразие травянистой растительности, хорошая инсоляция полян и опушек обуславливают большое видовое разнообразие долгоносиков в травостое этих участков леса. На травянистой растительности полян различных типов леса нами зарегистрировано 65 видов *Circulionidae*, на опушках — 64 вида. Кроме того, фауна опушек обогащается за счет видов, мигрирующих сюда с прилежащих биотопов. Более бедна фауна травостоя массива леса (46 видов долгоносиков). Это объясняется тем, что в массиве леса, особенно там, где высока сомкнутость кроны, снижается освещенность, возрастает относительная влажность, что обуславливает скудность травянистой растительности. В травостое массива отмечены в основном виды, связанные в своем жизненном цикле с древесно-кустарниковой растительностью (см. таблицу). Разнообразие видов *Circulionidae* на посевах бобовых, граничащих с лесом, объясняется проявлением краевого эффекта (экотона). Так же как фауна долгоносиков опушек обогащается за счет видов, характерных для прилежащих биотопов, так и фауна долгоносиков бобовых посевов в пограничной зоне обогащается за счет типично лесных видов (роды *Phyllobius*, *Strophosomus*). Однако основу фауны долгоносиков посевов бобовых составляют виды, специфичные для этого биотопа (pp. *Sitona*, *Phytonomus*, *Apion*).

Таким образом, наибольшим видовым разнообразием *Circulionidae* характеризуется травянистая растительность полян и опушек леса. Это объясняется тяготением многих видов долгоносиков к местам с высокой освещенностью, умеренной влажностью и обилием травянистой растительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шалапенко Е. С., Ромашов Д. Д. — Зоологический журнал, 1960, т. 39, вып. 9, с. 1350.
2. Шалапенко Е. С., Трошина С. А. — Вестн АН БССР. Сер. биол. наук, 1965, № 2, с. 95.
3. Иоаннисяни Т. Г. Жуки-долгоносики Белоруссии. — Минск, 1972.
4. Насекомые и клещи — вредители сельскохозяйственных культур / Под ред. О. Л. Крыжановского. — Л., 1974, т. 2.

5. Растительный покров Белоруссии / Ред. И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман.— Минск, 1969.

6. Дылис Н. В. Программа и методика биоценологических исследований.— М., 1974.

Поступила в редакцию  
12.03.83.

Кафедра зоологии

УДК 576.858.9+576.852.24

А. Н. СЕЛЬСКОВ

## ЛИЗОГЕНИЯ НИЗИНОБРАЗУЮЩИХ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ СТРЕПТОКОККОВ

В настоящее время описаны лишь единичные случаи обнаружения лизогенных штаммов молочнокислых стрептококков [1—3], хотя немало исследований посвящено этому вопросу [4—7]. Анализ указанных работ дал основание предположить, что выявление лизогенных культур молочнокислых стрептококков может быть успешным в тех случаях, когда в качестве объектов исследования используются штаммы, в том числе низинообразующие, обладающие антагонистической активностью. С целью проверки данного предположения, а также учитывая важную роль лизогенных молочнокислых стрептококков как источника фагов в сыродельном производстве и ограниченность сведений о свойствах умеренных фагов данной группы бактерий, нами проведено изучение лизогенности штаммов стрептококков, продуцирующих и не продуцирующих низин и дана характеристика некоторых свойств их умеренных фагов.

### Материал и методика

**Бактерии.** Культуры молочнокислых стрептококков получены из коллекций Всесоюзного научно-исследовательского института маслоделия и сыроделия (г. Углич) и Минского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института молочной промышленности. Из 159 изучавшихся штаммов 94 принадлежали к *Str. lactis* (из них 34 являлись продуцентами низина), 21 штамм — к *Str. cremoris* и 44 — к *Str. diacetylactis*.

**Питательные среды и реактивы.** Во всех опытах использовались среды, приготовленные из гидролизованного молока по методике В. М. Богданова [8], а также фосфатный буфер по прописи [9].

**Выявление лизогенных штаммов** проводили методом перекрестного испытания культур [10].

**Выделение и титрование фагов** осуществлялось обычными методами, описанными в руководстве [11]. Все манипуляции с бактериями и фагами проводили при 30 °С.

**Определение литической активности бактериофагов** проводили путем нанесения капель фаговых суспензий (титр  $10^6$ — $10^7$  бляшкообразующих единиц в 1 мл) на газоны бактериальных культур, приготовленные методом агаровых слоев [12].

**Спонтанный фон образования фагов и индуцибельность** лизогенных культур проводили по методикам, описанным в руководстве [11]. В качестве источника ультрафиолета использовали лампу БУВ-30 (мощность дозы 3,1 эрг/мм<sup>2</sup>·с).

### Результаты и их обсуждение

Из 159 изученных штаммов молочнокислых стрептококков 10 оказались лизогенными и продуцировали умеренные бактериофаги (табл. 1). Наиболее широко распространены лизогенные культуры среди молочнокислых стрептококков вида *Str. lactis*, причем доля лизогенов в группе низинообразователей была наиболее высокой. Среди культур вида *Str. cremoris* обнаружен лишь один лизогенный штамм, а лизогенных бактерий *Str. diacetylactis* выявить не удалось. Таким образом, способность продуцировать умеренные бактериофаги коррелирует у молочнокислых стрептококков с их антагонистической активностью. Однако об-

Выявление лизогенных штаммов молочнокислых стрептококков

Вид бактерий	Лизогенные штаммы	Доля лизогенных штаммов от общего числа изученных
Str. lactis:		
образующие низин	442 <sub>10</sub> (61), 859 <sub>1</sub> (62 и 62a) 81 <sub>0</sub> (63 и 64), 848 <sub>0</sub> (65), 228 <sub>2</sub> (66), bulg(67), 622 <sub>10</sub> (68), 95(69)	0,24
не образующие низин	825(71)	0,017
Str. diacetilactis		0
Str. cremoris	55 <sub>2к</sub> (70)	0,05

Примечание: в скобках указаны номера выделенных умеренных бактериофагов

разование низина вряд ли связано с присутствием профага в клетках бактерий. Действительно, многие из продуцентов низина нелизогенны, а некоторые из лизогенных штаммов не обладают антагонистической активностью. Более вероятной причиной высокой частоты обнаружения лизогенных культур среди низинообразователей может быть исключение штаммов, продуцирующих умеренные фаги, в ходе составления заквасок для сыроделия. Хотя существующая методика отбора производственных штаммов и не включает тест на наличие умеренных фагов, лизогенные культуры, по-видимому, выбраковываются при изучении антагонистической активности бактерий. Широкое распространение лизогенных штаммов среди низинообразователей позволяет предположить, что такие бактерии, будучи включенными в состав закваски, могут служить одним из источников инфицирования сыродельных заводов бактериофагами молочнокислых стрептококков.

Таблица 2

Морфология негативных колоний и литическая активность умеренных бактериофагов молочнокислых стрептококков

Группа	Бактериофаги	Характер негативных колоний	Индекс литической активности
1	61, 63, 64, 65, 66, 71	Мутные, диаметр 0,5—0,6 мм	0,4—0,5
2	62, 62a, 67, 68, 69, 70	Прозрачные с мутным краем, диаметр 0,9—1,1 мм	0,2—0,3

Примечание: индекс литической активности — доля чувствительных к фагу штаммов от общего числа изученных

Из культуральных жидкостей лизогенных штаммов удалось получить в виде чистых линий 12 умеренных фагов. Сравнение спектров литического действия и морфологии негативных колоний позволило разделить выделенные бактериофаги на две группы (табл. 2). Обращает внимание весьма высокий индекс литической активности умеренных фагов молочнокислых стрептококков. Так, фаги группы 1 способны лизировать до 50 % штаммов использованной коллекции, что значительно превышает литическую активность вирулентных фагов молочнокислых стрептококков [13]. Следует отметить способность умеренных фагов лизировать штаммы не только *Str. lactis*, но также *Str. diacetilactis* и *Str. cremoris*. Такие особенности умеренных фагов молочнокислых стрептококков могут снижать эффективность мер по предупреждению фаголизиса заквасок в сыродельной промышленности.

## Индукция лизогенных культур молочнокислых стрептококков ультрафиолетом

Штамм	Отношение числа фаговых частиц к числу бактериальных клеток в лизогенных культурах после облучения ультрафиолетом в дозе, эрг/мм <sup>2</sup>				
	0	93	186	372	658
<i>Str. lactis</i> 825	5·10 <sup>-3</sup> (100%)	8·10 <sup>-2</sup> (74%)	2·10 <sup>-2</sup> (47%)	3·10 <sup>-1</sup> (25%)	4·10 <sup>-2</sup> (4%)
<i>Str. cremoris</i> 55 <sub>2к</sub>	2·10 <sup>-6</sup> (100%)	1·10 <sup>-6</sup> (66%)	5·10 <sup>-4</sup> (42%)	3·10 <sup>-2</sup> (18%)	6·10 <sup>-3</sup> (1,5%)

Примечание: в скобках указана выживаемость бактерий.

Для изучения свойств лизогенных молочнокислых стрептококков использовались штаммы *Str. cremoris* 55<sub>2к</sub> и *Str. lactis* 825, которые продуцируют фаги 70 и 71, представляющие группы 1 и 2 соответственно. Оба штамма индуцировались ультрафиолетом, причем максимальное увеличение числа фаговых частиц в культурах наблюдалось при дозе ультрафиолета, вызывающей инактивацию 75—80 % клеток, (табл. 3) что хорошо согласуется с данными, полученными Kozac et al. [1]. Заметное увеличение числа фаговых частиц в культурах отмечалось через 60—90 мин после индукции и достигало максимума на 120—180 мин. Титр фагов в лизогенных культурах оказался сравнительно невысоким (около 10<sup>3</sup> и 10<sup>2</sup> бляшкообразующих единиц в 1 мл для *Str. cremoris* 55<sub>2к</sub> и *Str. lactis* 825 соответственно), однако такое количество фаговых частиц представляется достаточным для снижения активности многоштаммовых заквасок при лизисе чувствительных бактерий.

## Выводы

1. Лизогенные штаммы молочнокислых стрептококков наиболее широко распространены среди низинобразующих бактерий вида *Str. lactis*.
2. Выделенные из лизогенных культур 12 умеренных бактериофагов имеют более высокий по сравнению с вирулентными фагами индекс литической активности и обладают способностью лизировать бактерии видов *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. diacetilactis*.
3. Изученные лизогенные штаммы характеризуются сравнительно невысоким спонтанным фоном образования фага и индуцируются ультрафиолетом. Максимальный индуцирующий эффект достигается при дозе ультрафиолета, вызывающей инактивацию 75—80 % клеток лизогенных культур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kozac W., Rajchert-Trzpił M., Zaidel J., Domrzanowski J.—Appl. Microbiol., 1973, v. 25, 2, p. 305.
2. McKay L., Baldwin K.—Appl. Microbiol., 1973, v. 25, № 4, p. 682.
3. Мытник Л. Г., Беспалова Н. А., Тихоненко А. С.—Прикл. биохимия и микробиология, 1975, т. 11, № 6, с. 819.
4. Nichols A., Wolf F.—J. Dairy Res., 1945, v. 14, N 1—2, p. 81.
5. Graham D., Parmelee C., Nelson F.—J. Dairy Sci., v. 35, № 10, p. 813.
6. Meadowell L., Symons J.—Int. Dairy Cong., 1953, v. 3, p. 1104.
7. Hunter C.—J. Hyg. Camb., 1947, v. 45, 3, p. 307.
8. Богданов В. М. Микробиология молока и молочных продуктов.—М., 1969.
9. Fisk R.—J. Inf. Dis., 1942, v. 71, N 2, p. 153.
10. Основы бактериофагии.—Минск, 1973.
11. Gratia A.—Ann. Inst. Pasteur, v. 57, N 6, p. 652.
12. Сельсков А. Н.—Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1977, № 2, с. 61.

## К МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ (*Clethrionomys glareolus pirinus* Wolf, 1940) ПОПУЛЯЦИИ РЕЗЕРВАТА «В. КОЛАРОВА» (БОЛГАРИЯ)

К числу морфологических признаков, наиболее часто используемых при изучении систематики и популяционной морфологии грызунов, относятся размеры тела и пропорции черепа. Изучение вариабильности краниологических показателей у рыжих полевков представляет интерес, так как географическая и внутривидовая изменчивость свидетельствуют о том, что микроэволюционные процессы у этих грызунов протекают интенсивно.

В настоящей работе представлены результаты изучения размеров тела и черепа у самцов и самок разных возрастных групп горной популяции рыжей полевки южной части ареала этого вида в Болгарии.

### Материал и методика

Исследуемый вид грызуна — европейская рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreb., 1840) — один из широко распространенных видов грызунов в Болгарии. В Болгарии в горах Родопы распространен подвид *Clethrionomys glareolus pirinus* Wolf., 1940 [1—3].

В основу работы положен материал, собранный в период с июня по сентябрь 1981 г. в районе резервата «В. Коларова» (горы Родопы, западная часть), который находится в интервале высот 1500—1700 м над уровнем моря.

В районе резервата в основном на северных склонах гор преобладают ельники. На южных склонах, на более каменистых почвах встречаются смешанные елово-сосновые леса с преобладанием ельника [4].

Всего добыто и обработано 92 экземпляра рыжей полевки (56 самцов и 36 самок).

Отлов проводили по общепринятой методике ловушко-линий [5], измерение размеров тела и черепов — по Виноградову и Громову [6]. Изучены пропорции тела: длина тела, хвоста, стопы, задней конечности и высота уха; 10 краниологических признаков: общая и кондиллобазальная длина черепа, длина лицевой и мозговой части, ширина межглазничного промежутка, скуловая и наибольшая ширина черепа, длина диастемы, верхнего коренного ряда зубов и высота черепа.

Возраст определялся по развитию коренных зубов [7] с некоторыми модификациями. Нами выделены три возрастные группы: взрослые, перезимовавшие зверьки (свыше 5—6 месяцев); сеголетки (от 2 до 5 месяцев), молодь (до 2 месяцев).

Результаты всех измерений подвергались биометрической обработке с учетом возрастных и половых особенностей зверьков [8].

### Результаты и их обсуждение

Диапазон изменчивости размеров тела рыжих полевков достаточно широк (табл. 1). Минимальное и максимальное значение размеров взрослых особей рыжей полевки исследуемой нами популяции варьирует в следующих пределах: длина тела 93—107; длина хвоста 37—52; задней стопы 16—17; высота уха 11,0—14,2 мм. Средние значения абсолютных размеров изучаемых морфологических признаков сравнивались попарно с помощью *t* критерия по Стьюденту-Фишеру [8]. Результаты анализа полученных данных абсолютных размеров морфологических признаков рыжей полевки показали, что у самок и самцов наблюдается в течение всей жизни постепенное увеличение размеров тела.

Прослеживая возрастные изменения ряда морфометрических признаков у зверьков обоих полов, установили достоверные различия ( $p \geq 0,95$ — $0,99$ ) по длине тела и высоте уха для полевков третьей возрастной группы и по длине хвоста у полевков первой возрастной группы.

Таблица 1

## Изменчивость размеров тела рыжей полевки

Возрастные группы	Пол	n	Длина тела			Длина хвоста			Длина стопы			Высота уха		
			l <sub>тп</sub>	M ± m	t	l <sub>тп</sub>	M ± m	t	l <sub>тп</sub>	M ± m	t	l <sub>тп</sub>	M ± m	t
Первая	Самцы и самки	28	82—107,0	97,5 ± 0,35	1,86	38,1—56,8	50,0 ± 0,89	4,71	15,1—19,0	17,3 ± 0,16	0,83	10,0 ± 14,8	13,1 ± 0,17	0,88
	самцы	19	82,2—107	96,0 ± 1,54	6,70	38,1—56,8	47,5 ± 1,04	4,52	15,1—19,0	17,3 ± 0,20	0,87	10,2—14,8	13,7 ± 0,20	0,89
	самки	9	88,4—105,2	99 ± 0,44	1,33	46—56,5	51,8 ± 1,14	3,41	16,0—18,0	17,1 ± 0,18	0,53	12—13,6	13,3 ± 0,66	1,99
Вторая	Самцы и самки	33	79—101,2	91,8 ± 0,82	4,73	37,4—53,0	43,7 ± 0,78	4,49	16—19,4	17,4 ± 0,24	1,38	10,5—15,1	12,3 ± 0,15	0,88
	самцы	21	79,4—101,2	89,8 ± 1,03	4,72	37—52,1	42,9 ± 0,99	4,52	16—19,4	17,5 ± 0,17	0,78	10,6—15,0	12,3 ± 0,19	0,87
	самки	12	83,1—99,5	92,3 ± 1,32	4,57	39,4—53,0	45,2 ± 1,17	4,04	16,4—18,2	17,3 ± 0,20	0,71	10,8—13,2	12,3 ± 0,21	0,72
Третья	Самцы и самки	31	68—98,3	81,8 ± 1,40	5,78	29—52,4	39,2 ± 0,95	5,27	15—19,0	17,2 ± 0,14	0,79	9—13,0	11,2 ± 0,18	1,0
	самцы	16	68—98	84,4 ± 1,82	5,26	29—52	38,3 ± 1,47	5,87	16—18,4	17,1 ± 0,20	0,81	9,4—13,0	11,1 ± 0,20	0,79
	самки	15	68—92	79,0 ± 1,9	5,35	29—46	38,2 ± 1,16	4,49	15,2—18,1	17,3 ± 0,19	0,75	9—12,8	9,2 ± 0,30	1,17

Изменчивость краниологических признаков рыжей полевки по возрастным группам

Признаки	Первая группа n=14			Вторая n=14			Третья n=17			
	самцы и самки	самцы	самки	самцы и самки	самцы	самки	самцы и самки	самцы	самки	
Общая длина черепа	$M \pm t$	24,5±0,22	24,5±0,14	24,8±0,11	24,0±0,10	24,2±0,16	23,8±0,13	22,8±0,24	23,1±0,34	22,3±0,44
	$\sigma$	0,82	0,40	0,27	0,37	0,41	0,33	0,98	1,08	1,16
	$C_v$ (%)	3,33	1,62	1,08	1,55	1,68	1,4	4,32	4,66	5,21
Кондилобазальная длина черепа	$M \pm t$	24,8±0,11	24,6±0,16	24,9±0,14	23,8±0,16	24,0±0,22	23,6±0,17	22,4±0,27	22,9±0,36	21,7±0,22
	$\sigma$	0,43	0,46	0,34	0,60	0,61	0,46	1,13	1,14	0,60
	$C_v$ (%)	1,72	1,88	1,37	2,51	2,53	1,96	5,02	4,99	2,75
Длина лицевой части черепа	$M \pm t$	15,0±0,08	15,0±0,09	14,9±0,16	14,4±0,11	14,4±0,18	14,4±0,13	13,4±0,18	13,7±0,22	12,9±0,17
	$\sigma$	0,29	0,26	0,39	0,43	0,46	0,35	0,73	0,69	0,45
	$C_v$ (%)	1,95	1,76	2,60	2,96	3,22	2,44	5,43	5,0	3,5
Длина мозговой части черепа	$M \pm t$	10,7±0,10	10,6±0,14	10,9±0,09	11,4±0,10	10,5±0,14	10,3±0,15	9,8±0,13	9,9±0,17	9,5±0,20
	$\sigma$	0,39	0,40	0,21	0,39	0,37	0,38	0,52	0,52	0,53
	$C_v$ (%)	3,60	3,76	1,95	3,41	3,55	3,70	5,27	5,24	5,63
Наименьшая межглазничная ширина	$M \pm t$	4,0±0,05	4,0±0,09	4,0±0,02	4,0±0,05	4,1±0,08	4,0±0,06	4,0±0,04	4,0±0,04	4,0±0,08
	$\sigma$	0,19	0,24	0,07	0,18	0,21	0,15	0,17	0,12	0,21
	$C_v$ (%)	4,65	5,92	1,85	4,54	5,07	3,78	4,18	3,03	5,35
Диастема	$M \pm t$	7,5±0,07	7,5±0,06	7,5±0,15	6,9±0,05	7,0±0,07	6,9±0,07	6,4±0,11	6,6±0,13	6,0±0,09
	$\sigma$	0,28	0,17	0,36	0,20	0,20	0,18	0,44	0,40	0,23
	$C_v$ (%)	3,73	2,29	4,81	2,83	2,90	2,57	6,85	6,06	3,74
Длина в. к. зубного ряда	$M \pm t$	5,3±0,06	5,2±0,07	5,4±0,09	5,3±0,07	5,5±0,10	5,2±0,06	5,0±0,08	5,1±0,10	4,9±0,10
	$\sigma$	0,23	0,19	0,21	0,25	0,26	0,15	0,31	0,31	0,26
	$C_v$ (%)	4,35	3,55	3,93	4,62	4,68	2,91	6,19	6,14	5,29
Скуловая ширина	$M \pm t$	13,5±0,08	13,4±0,10	13,6±0,11	12,9±0,08	12,8±0,08	12,8±0,08	12,1±0,13	12,3±0,17	11,8±0,14
	$\sigma$	0,28	0,26	0,25	0,29	0,20	0,19	0,54	0,55	0,38
	$C_v$ (%)	2,05	1,93	1,85	2,24	1,61	1,47	4,50	4,45	3,20
Максимальная затылочная ширина	$M \pm t$	11,6±0,12	11,7±0,18	11,3±0,07	11,2±0,12	11,3±0,23	11,2±0,09	10,8±0,10	10,9±0,11	10,8±0,17
	$\sigma$	0,46	0,52	0,18	0,46	0,60	0,25	0,39	0,35	0,44
	$C_v$ (%)	3,95	4,47	1,58	4,13	5,35	2,23	3,64	3,23	4,06
Максимальная высота черепа	$M \pm t$	9,9±0,07	9,9±0,09	9,9±0,1	9,7±0,09	9,6±0,13	9,7±0,13	9,5±0,08	9,6±0,09	9,3±0,12
	$\sigma$	0,26	0,26	0,25	0,35	0,34	0,35	0,30	0,27	0,29
	$C_v$ (%)	2,62	2,65	2,48	3,62	3,52	3,63	3,20	2,8	3,13

Половые различия величин морфометрических признаков полевок первой и второй возрастных групп выражены слабо. Наблюдается заметное замедление роста стопы у обоих полов зверьков второй возрастной группы. В дальнейшем длина стопы остается приблизительно на одном уровне. Исследуемые нами 10 краниологических признаков полевок дают самое общее представление о форме и пространственном развитии черепа изучаемого вида (табл. 2).

Величины ряда краниологических признаков самцов и самок третьей возрастной группы достоверно различаются ( $t=2,04-3,45$ ). При этом коэффициенты вариации показателей практически всех черепных признаков у обоих полов относительно невелики (см. табл. 2).

Невысокая степень достоверности различий краниологических признаков наблюдается между самцами и самками первой возрастной группы по длине черепа ( $t=1,6$ ), кондиллобазальной длине ( $t=1,37$ ), по длине мозговой части черепа ( $t=1,66$ ), по длине верхнего коренного зубного ряда ( $t=1,48$ ), по максимальной затылочной ширине черепа ( $t=1,83$ ). Однако число признаков, различия которых приближаются к достоверности, у взрослых самок, ведущих летом оседлый образ жизни, больше, чем у самцов. Это может служить подтверждением реальности морфологических различий.

Коэффициент вариации всех краниометрических признаков у самцов и самок первой и второй возрастных групп невысок по сравнению с коэффициентом вариации у зверьков третьей возрастной группы.

Анализ результатов статистической обработки показателей черепа позволяет установить наивысшую степень достоверности различий у зверьков между первой и второй, второй и третьей, первой и третьей возрастными группами ( $p \geq 0,999$ ).

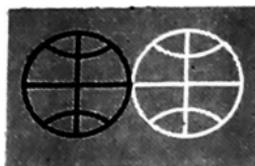
Самая высокая степень достоверности различий величин ряда признаков оказалась у полевок между первой и третьей возрастными группами. По общей длине черепа ( $t=6,58$ ), кондиллобазальной длине ( $t=8,28$ ), по длине лицевой части черепа ( $t=8,12$ ), диастеме ( $t=8,46$ ), по скуловой ширине ( $t=9,2$ ), по максимальной затылочной ширине ( $t=5,13$ ). Между тем показатели таких признаков, как высота черепа, ширина межглазничного промежутка у грызунов изучаемой популяции не имеет принципиальных различий между возрастными группами.

Таким образом, по характеру и темпу роста краниологические признаки можно подразделить следующим образом. Это, во-первых, группа признаков, тесно связанных с возрастом изменяющихся в течение всей жизни зверьков (кондиллобазальная длина, диастема, скуловая ширина, длина лицевой части черепа, общая длина черепа); во-вторых, группа краниологических признаков, которые формируются на самых ранних этапах онтогенеза, связь которых с возрастом животных невелика (высота черепа, наименьшая межглазничная ширина и др.).

Изучение корреляционных связей и вариабельности признаков является предметом наших дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Atanassov N., Peschev Z. Die säugetiere Bulgariens. Säugetier kundliche Mitteilugen, 1963, Jub. 11, Heff. 3.
2. Митев Д. Изучение верху систематикада на *Clethrionomys glareolus* (Schreb) от Родопите и Стара планина.— Науч. труд. Плов. университет, 1968, т. 6, кн. 3.
3. Митев Д. Распространение, таксономия и биология на дребните бозайници (Insectivore и Rodentia) в Западните Родопи.— Пловдив, ВПИ, 1970.
4. Мешинев Т. Эколого-биологични особености и фитоценопична роля *Potentilla fruticosa* L. в България.— София, ин-т ботаники, БАН, 1975.
5. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных.— М., 1953.
6. Виноградов Б. С., Громов И. Н. Грызуны фауны СССР.— М.— Л., 1952.
7. Турікола N. V., et al.— Acta theriol., 1970, v. 13, fass. 8—15, p. 99.
8. Рокницкий П. Ф. Биологическая статистика.— Минск, 1973.
9. Европейская рыжая полевка.— М., 1981.



УДК 528.9 : 553(476)

В. А. ЕРМОЛЕНКО, Р. А. ЖМОЙДЯК, В. П. КЛЕМЕНТЬЕВ

## РАЗВИТИЕ МОРФОСИСТЕМЫ В СОЛИГОРСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ И ЕЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Производство калийных минеральных удобрений на базе Старобинского месторождения сильвинитовых руд сопровождается [1]: оседанием земной поверхности над горными выработками калийных рудников, что, в свою очередь, приводит к заболачиванию, подтоплению и затоплению сельскохозяйственных угодий; складированием на поверхности земли в больших количествах солевых отходов (более 20 млн. т в год), подвергающихся ветровой эрозии и агрессивному выщелачивающему воздействию атмосферных осадков.

Развитие экзогенной морфосистемы в этих условиях предопределяет качественное состояние экосистемы Солигорского ГПР (горнопромышленного района).

Общая площадь 4-шахтных полей ПО «Белорускалий» составляет 300 км<sup>2</sup>. Подземные горные работы в массиве галогенной формации, характеризующейся реологическими и пластическими свойствами, ведутся на глубине 400—600 м (в перспективе до 800—900 м).

Целики сильвинитовых руд в отработанных камерах и камерах-лавах при длительном действии нагрузки вышележащей толщи горных пород, превышающей 1000 Н/см<sup>2</sup>, деформируются пластично. При нагрузке  $Q > 2000$  Н/см<sup>2</sup> (в течение длительного времени  $t$ ) начинается вторичная пластическая деформация текучести (рис. 1, а), в результа-

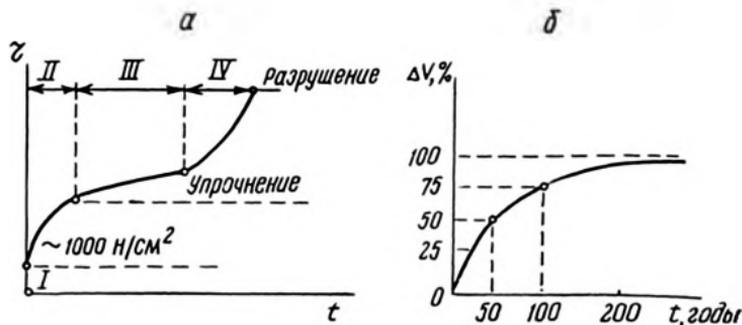


Рис. 1. Характер сдвижения горных пород на калийных рудниках (к прогнозированию развития морфосистемы в ГПР).

Зависимость реологического растяжения соляных пород ( $\Delta V$ ) во времени (а):

I — зона мгновенной упругой деформации; II — первичная стадия затухающей ползучести; III — вторичная стадия установившейся ползучести; IV — стадия прогрессирующей ползучести при высоких нагрузках.

Изменение объемов выработанных пространств ( $\Delta V$ , %) на рудниках во времени (б)

те которой через 50 лет происходит заполнение выработанных пространств на 50, а через 100— на 70 % (рис. 1, б). Вместе с тем оседание земной поверхности начинается уже через 3—5 лет после ее подработки и достигает 4,0 м (максимальное оседание достигает 40 % суммарной выемочной мощности калийных горизонтов) [2].

Оседание земной поверхности возрастает по мере снижения несущей способности целиков ( $T$ ), равного  $T/Q$  при  $T = \sigma \sqrt{b \cdot h}$ , где  $Q$  — нагрузка на целики, равная 600—2000 Н/см<sup>2</sup> [3];  $\sigma$  — временное сопротивление солей при сжатии (3000—4000 Н/см<sup>2</sup>);  $b$  и  $h$  — соответственно суммарная ширина и высота целиков. Эти исходные параметры, характерные для соляных месторождений, а также общие положения классической теории сдвижения горных пород как самостоятельной отрасли знаний маркшейдерского искусства [4], позволяют прогнозировать развитие морфосистемы в калленосных бассейнах и, в частности, в Солигорском ГПР (рис. 2).

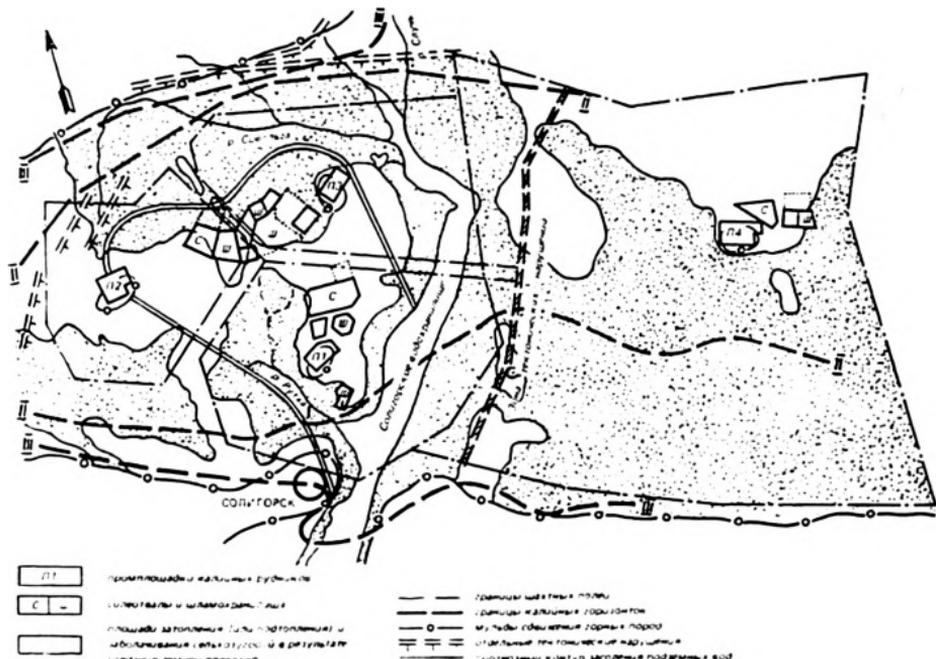


Рис. 2. Развитие морфосистемы в Солигорском промышленном районе на конец отработки Старобинского месторождения калийных солей

Почвенно-геологические условия и водно-физические свойства грунтов (четвертичные отложения) в этом районе определяют образование эрозивно-провальных воронок, различных по конфигурации и морфометрии. С целью выявления закономерностей развития эрозийных процессов, на отдельных, наиболее характерных воронках пройдены разведочные шурфы. Анализ результатов инструментальных наблюдений показал, что величины горизонтальных деформаций могут превышать  $1,0 \cdot 10^{-4}$  1/м. При этом образуются открытые трещины (до 10 см) с уступами (сдвиг краев по вертикали до 20 см).

Полевыми инженерно-геологическими исследованиями установлено, что развитие почвенно-эрозийных процессов и образование трещин происходит на участках распространения с поверхности связанных грунтов. Там, где с поверхности залегают песчаные разности грунтов, эти явления не наблюдаются [5].

Низкое гипсометрическое положение дневной поверхности (абс. отметки не более 145—150 м), сложное литологическое строение антропо-

генных отложений в зоне аэрации, естественная заболоченность и близкое залегание уровня грунтовых вод при уровне воды в Солигорском водохранилище (емкость 63 млн. м<sup>3</sup>, глубина 2,5 м) 146,5 м способствуют заболачиванию, подтоплению и затоплению сельскохозяйственных угодий.

Эти негативные последствия в одном из самых высокопродуктивных сельскохозяйственных районов Минской области [6] предопределяют необходимость осуществления действенных природоохранных мероприятий в Солигорском ГПР с проведением широких мелиоративных работ и строительством оградительных дамб на водохранилище.

Развивающиеся во времени карстовые процессы в техногенных образованиях — солеотвалах (высотой до 100 м), с возникновением колодцев и понор, определяются водно-солевым балансом.

Развитие морфосистемы находится в зависимости от технологии горных работ: камерная система с оставлением целиков, но при большом выходе «пустых пород» — 75 %, являющихся вторичными материальными ресурсами — ВМР; селективная выемка полезного ископаемого длинными забоями с обрушением кровли; комбинированные системы с закладкой выработанного пространства солевыми отходами калийного производства и т. д. Однако успешное решение комплексной проблемы рационального использования минерально-сырьевых ресурсов, в том числе и ВМР, и охраны окружающей среды (ОС) в Солигорском промышленном районе требует всестороннего анализа разнохарактерных факторов: горно-геологических, технико-экономических, социально-экологических и географических [1].

Методы анализа морфосистемы, опирающиеся на опыт изучения сложных многокомпонентных систем, позволяют прогнозировать изменения, обусловленные хозяйственной деятельностью ПО «Белорускалий» и могут быть использованы для реконструкции экосистемы в Солигорском промрайоне (см. рис. 2).

В исследованиях этого региона широко применяются математические, статистические и сетевые модели. Вместе с тем такие требования, предъявляемые к моделям, как географическое соответствие, простота и наглядность, подобие и абстрактность, избирательность и синтетичность, а также достаточная информационная емкость предопределяют необходимость применения картографических моделей. Всем этим требованиям отвечает серия специально составленных карт.

Так, прогноз заболачивания, подтопления и затопления сельскохозяйственных угодий на месторождении может быть осуществлен геоморфологическим картографированием с совмещением карт геолого-литологического строения антропогенных отложений и изоглубин залегания уровня грунтовых вод с картами изолиний оседания земной поверхности (при разных системах разработки месторождения и на различные периоды его промышленного освоения). Картографическому моделированию предшествуют: инструментальное наблюдение (получение информации), анализ информационного материала и картографический синтез.

В настоящее время на месторождении ведутся длительные инструментальные (топографо-маркшейдерские) наблюдения за оседаниями и деформациями земной поверхности, периодическая аэрофотосъемка, инженерно-геологические исследования, изучение засоления подземных вод геофизическими методами и т. д. Все эти исследования обеспечивают надежный прогноз отрицательных последствий в качественном состоянии ОС.

Результаты геоморфологического картографирования являются основой для успешной разработки организационно-технических мероприятий и экономического механизма (планирование, финансирование и стимулирование) рационального природопользования в районах калийных производств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ермоленко В. А., Косарева Е. Д. Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов калийной промышленности.— Минск, 1977, с. 23.
2. E r a s m u s T. Meßtechnische Erfassung von Gebirgsbewegungen im Steinsalz im Hinblick auf die Entwicklung eines Abbaufeldes.— Clausthal, 1962.
3. B ö r g e r H. Referat über Beobachtungsergebnisse beim Abbau von Kalilagerstätten im Karpatenvorland.— Kalilagerstätten im Karpatenvorland.— Kali und Steinsalz (5), 1971, S. 441.
4. Авершин С. Г.— В кн.: Маркшейдерское дело. М., 1959, с. 576.
5. Клементьев В. П., Степанов К. А.— В кн.: Охрана окружающей среды калийных производств. Минск, 1979, с. 60.
6. Жmoidяк Р. А.— В кн.: Вопросы экономики. Минск, 1968, с. 73.

Поступила в редакцию  
16.11.82.

*Кафедра геодезии и картографии*

УДК 627.18 : 627.81 : 550.81 : 551.41

*В. М. ШИРОКОВ, П. С. ЛОПУХ*

### **КОМПЛЕКСНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ (на примере малых водохранилищ БССР)**

Фонд искусственных водоемов Белоруссии состоит из 91 водохранилища и 1178 прудов, что составляет по суммарному полезному объему 0,88 км<sup>3</sup>, а по полному объему—2,90 км<sup>3</sup>. Площадь водного зеркала всех созданных прудов и водохранилищ достигла 863,24 км<sup>2</sup>. Такое количество действующих искусственных водоемов привело к увеличению озерности в республике с 0,8 % до 1,2 %. Основная роль в этом фонде искусственных водоемов принадлежит водохранилищам. На их долю приходится 80 % всего полного и 95 % полезного объемов зарегулированных вод, а также 72 % всей водной площади искусственных водоемов. Это в подавляющем большинстве одноцелевые водохранилища, которые используются для рекреации или водоснабжения, ирригации или рыбного хозяйства, реже они создаются в интересах двух-трех отраслей хозяйства, при этом, как правило, интересы всех таких водопользователей в основном совпадают.

Для решения практических вопросов выбора схем рационального использования созданных водохранилищ и повышения эффективности их в народном хозяйстве в течение 1976—1982 гг. были проведены комплексные стационарные исследования. Изучение малых водохранилищ заключалось в выявлении наиболее динамичных внутриводоемных процессов, определяющих особенности становления аквальных ландшафтов на различных этапах их формирования. Для этого стационарными исследованиями были охвачены разновозрастные и разнотипные водохранилища в различных природных условиях Белоруссии.

Комплексные исследования включали изучение процессов заиления, зарастания ложа, формирования берегов и ложа, гидрологических условий и режима эксплуатации. Все работы выполнялись по наиболее характерным створам и участкам на выбранных опорных водохранилищах. Кроме того, с участием авторов было обследовано еще 29 водохранилищ речного и озерного типов.

В ходе исследований выяснено, что для малых водохранилищ характерно наличие провинциальных особенностей, более простые морфологические показатели котловин, значительная устойчивость уровенного режима, наличие в пределах водохранилищ только озеровидного и речного гидрологических районов, меньшее проявление гидродинамической активности водных масс, но в то же время и значительная проточность вод, более быстрый темп становления аквальных ландшафтов, короткий срок пространственного размещения грунтовых комплексов, большая роль высшей водной растительности в формировании ложа и в эволю-

ции котловинных водохранилищ, более быстрый период времени формирования устойчивой экосистемы водохранилищ [1]. Эти положения были подтверждены многочисленными наблюдениями на водохранилищах Белоруссии. Длительные стационарные исследования водохранилищ, которые находятся на разных стадиях эволюционного развития, показали, что наиболее существенные природные изменения возникают в самих водохранилищах. В первую очередь следует отметить, что они быстро заносятся, а затем и заиляются, зарастают и загрязняются. Наиболее интенсивно заиляются низкопойменные и пойменные водохранилища (Тетеринское, Паперня, Плещеницкое, Саковщинское и др.). Водохранилища этого типа отнесены к группам хорошо (50—75 %) и полностью заросших (более 75 %). *Становление* новых малых водохранилищ происходит за 15—20 лет. К концу этого периода начинают формироваться специфические геоботанические районы с устойчивыми границами и четко выраженной поясностью растительных формаций. В озеровидном районе идет интенсивное формирование берегов, новых грунтовых комплексов; меняются морфологические показатели берегов и ложа под влиянием занесения и заиления [2].

Период *стабилизации* несколько длительнее: 20—25 лет. В это время в озеровидной части идет отработка прибрежных отмелей, закрепление высшей водной растительностью берегов, которые приобретают равновесное состояние как в плане, так и в профиле. Вторичные грунты занимают до 90—100 % площади ложа. На этой стадии находится большинство малых водохранилищ Белоруссии, созданных в 50-х годах преимущественно в энергетических целях (Чигиринское, Осиповичское, Клястицкое и др.). В приузловой полосе преобладают сообщества аэрогидрофитных и гигромезофитных растений. Их группировки отличаются высокой флористической насыщенностью и наличием в этом травяном покрове двух-трех подъярусов, причем видовой состав зарослей водной растительности различается по длине водоемов. В приплотинном озеровидном районе преобладают аир, манники, в верхнем речном — рогозы, манники, тростник, ежеголовники, стрелолист. В открытой части водоемов произрастают представители типичных гидрофитов [3], преимущественно виды рода рдестов (плавающий, пронзеннолистный, блестящий), роголистник, уруть колосистая. В этот период в водохранилищах по экологофлористическим особенностям, видовому составу, выраженности и характеру растительных поясов прослеживаются три геоботанических района: фрагментарного (приплотинный озеровидный), сплошного (верхний речной) и смешанного зарастания (средний переходный). Повышается роль высшей водной растительности в задержании и осаждении взвешенных веществ как аллахтонного, так и автохтонного происхождения. В определенных условиях растительность способствует накоплению органических отложений из макрофитов (Чигиринское, Тетеринское и др.). Процесс выравнивания незаросшей части ложа идет медленно, в основном под влиянием заиления и накопления вторичных грунтов, интенсивно заиляются понижения в ложе и русловая ложбина. Процесс занесения выражен незначительно.

Период *отмирания* или перерождения искусственных водоемов (15—25 лет) зависит от их морфологических показателей. В это время формируются участки сплошного зарастания и в приплотинном озеровидном районе водоемов с перспективным покрытием до 80—95 %. Эти участки занимают до 70—75 % всей водной площади водохранилищ. Фрагментарное зарастание прослеживается только там, где проходит затопленное русло реки. Все большее значение в растительных ассоциациях водохранилищ приобретают жесткая растительность (рогозы, тростник, манники), разнотравье и формирование дернины. Эта смена растительного покрова водохранилищ наиболее характерна для стадии их отмирания. На завершающей фазе этой стадии в водохранилищах формируется речной водоток, положение которого не всегда совпадает с первоначальной русловой ложбиной. Возможно также формирование несколь-

ких рукавов, как это отмечается на Саковщинском водохранилище. Если в этот период он будет обновлен, искусственный водоем после реконструкции проходит вновь все три этапа своего эволюционного развития, хотя продолжительность их будет несколько меньшая, а все время существования водоема будет не 50—70, а только 30—40 лет. Частичная реконструкция водохранилищ окончательно не решает проблемы их старения. Так, например, преднамеренное понижение уровня воды Заславльского водохранилища, вызванное необходимостью отчуждения мелководной зоны и реконструкции головной плотины в 1975—1978 гг., привело только к временному исчезновению сформировавшейся к этому времени высшей водной растительности [4]. Последующее заполнение его до проектной отметки вновь привело к очень быстрому появлению погруженных видов (рдесты), характеризующих начальную стадию формирования водной растительности.

Малые водохранилища находятся в тесном взаимодействии с природой окружающей местности (изменение микроклимата побережья, подпор подземных вод, подтопление и заболачивание земель, постепенная смена растительных ассоциаций и ландшафтов), причем влияние малых водохранилищ на природную среду определяется площадью акватории их водного зеркала. Такие показатели, как площадь и глубина искусственных водоемов, наличие определенной водной массы и характер побережья, являются критериями оценки степени их влияния на сушу. Это влияние должно оцениваться по суммарному воздействию всех созданных малых водохранилищ в пределах водосборных бассейнов рек [5].

Можно отметить, что комплексные стационарные исследования формирования разновозрастных малых водохранилищ позволяют непосредственно в природных условиях изучить все периоды их последовательного развития, дать рекомендации по их использованию в хозяйстве и мерам борьбы с отрицательными последствиями (реконструкции) [6, 7]. Такой подход к изучению малых искусственных водоемов является перспективным и хозяйственно необходимым в деле дальнейшего повышения рационального использования зарегулированных водных ресурсов.

В силу особенностей малых водохранилищ их развитие идет более быстрыми темпами, чем крупных водохранилищ, а срок эксплуатации является более коротким. При выяснении стадий становления, стабилизации и отмирания (перерождения) аквальных ландшафтов малых водохранилищ в ходе их развития нами сделаны некоторые новые выводы по эволюции искусственных водоемов для условий Белоруссии.

1. Каждая стадия эволюции аквального ландшафта водохранилища характеризуется наличием определенных условий и факторов, под влиянием которых развиваются искусственные водоемы. Среди выявленных особенностей следует выделить группу унаследованных и приобретенных факторов. На первых стадиях развития водохранилищ большее значение имеют унаследованные факторы: генезис и геологическое строение ложа, параметры и ориентация будущего водохранилища, микро-рельеф и характер коренных грунтов ложа. По мере становления водохранилищ возрастает роль приобретенных факторов. На стадии стабилизации водохранилищ в их эволюционном развитии увеличивается влияние установившегося гидрологического режима, колебания уровней, особенности характера волнения в различных районах, стоковых и циркуляционных течений.

2. Отдельным стадиям развития аквального ландшафта соответствуют свои определенные типы берегов, характер грунтовых комплексов, растительные ассоциации и весь природный облик водохранилищ в целом [8]. На стадии становления типичны абразионные и эрозионные берега, в грунтовом комплексе преобладают первичные, трансформированные (песчаные) грунты, растительные ассоциации отличаются неустойчивым видовым составом и границами распространения отдельных видов. Для стадии стабилизации характерны эрозионные, заболоченные

и подтопленные берега, вторичные илистые отложения. Растительность отличается устойчивостью видового состава, сформировавшимися геоботаническими районами с типичной поясностью растительных формаций.

3. Практическое значение при рациональном использовании малых водохранилищ имеют две первые стадии эволюционного их развития — становления и стабилизации. При переходе в третью стадию искусственный водоем выходит из эксплуатации или должен быть реконструирован [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лопух П. С.— Тез. докл. науч.-техн. конф.: Достижения молодых ученых в области геол., геоф., геогр. Пермь, 1980, с. 15.
2. Широков В. М., Лопух П. С.— В сб.: Проблемы рационального использования водных ресурсов малых рек. Казань, 1981, с. 188.
3. Базыленко Г. М., Бурдыко П. И., Лопух П. С.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1977, № 1, с. 52.
4. Лопух П. С., Пидопличко В. А.— В сб.: Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии. Минск, 1981, с. 41.
5. Широков В. М.— В сб.: Проблемы рационального использования водных ресурсов малых рек. Казань, 1981, с. 270.
6. Широков В. М., Лопух П. С., Кухарчик М. В.— В сб.: Проблемы развития рыбоводства в Белорусской ССР и Прибалтийских республик. Минск, 1981, с. 28.
7. Широков В. М., Лопух П. С., Пидопличко В. А.— В сб.: Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве: Тез. докл. III республиканской науч. конф. Минск, 1981, с. 134.
8. Лопух П. С.— Тез. докл. науч. конф. молодых ученых, посвященной 60-летию Белорусского ун-та: Актуальные проблемы общественных и естественных наук. Минск, 1981, с. 147.
9. Широков В. М., Левкевич В. Е., Ленартович Е. С., Лопух П. С.— Тез. докл. к пятому совещанию по изучению берегов сибирских водохранилищ: Берега водохранилищ. Иркутск, 1980, с. 71.

Поступила в редакцию  
05.04.82.

Кафедра общего земледелия

УДК 556.166 167+556.004.65

Г. М. БАЗЫЛЕНКО, С. Ф. БЫЧУК, Т. Г. ОШЕРОВА

### ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ВОДНОГО РЕЖИМА БАССЕЙНА РЕКИ ЦНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕЛИОРАЦИИ

Бассейн р. Цны (левый приток р. Припяти) относится к Полесской физико-географической провинции, расположен в Припятском гидрологическом районе. По уточненным данным, площадь водосбора 1496 км<sup>2</sup>, в расчетном створе (с. Дятловичи) — 1335 км<sup>2</sup>. Рельеф бассейна представляет собой чередование моренно-зандровых слабоволнистых равнин с плоскими заторфованными котловинами и дюнно-бугристыми образованиями (гряды и холмы высотой 3—6 м). Разность высот (исток — устье) 50 м при средней высоте водосбора 153 м БС. Характерно преобладание пород с высокими фильтрационными свойствами, небольшие уклоны зеркала грунтовых вод на глубине 1—5 м, слабая естественная дренированность территории. Почвенный покров — комплекс дерново-подзолистых и торфяно-болотных почв. Основные массивы лесов, значительно заболоченные, расположены в северной и центральной части бассейна; общая лесистость 66 %. Долина р. Цны до с. Велута и ниже с. Кожан-Городок неясно выраженная, с пологими склонами, на остальном протяжении — трапециевидная, шириной 0,1—0,5 км. Пойма преимущественно двусторонняя, заболоченная, шириной 0,5—1,0 км; поверхность холмисто-грядистая, пересеченная многочисленными рукавами, староречьями и осушительными канавами. Русло реки от истока до с. Мальковичи канализовано, ниже — в естественном состоянии, извилистое. Уточненная длина реки (исток — устье) после спрямления 108 км.

Мелиоративные работы в бассейне начали проводиться с конца

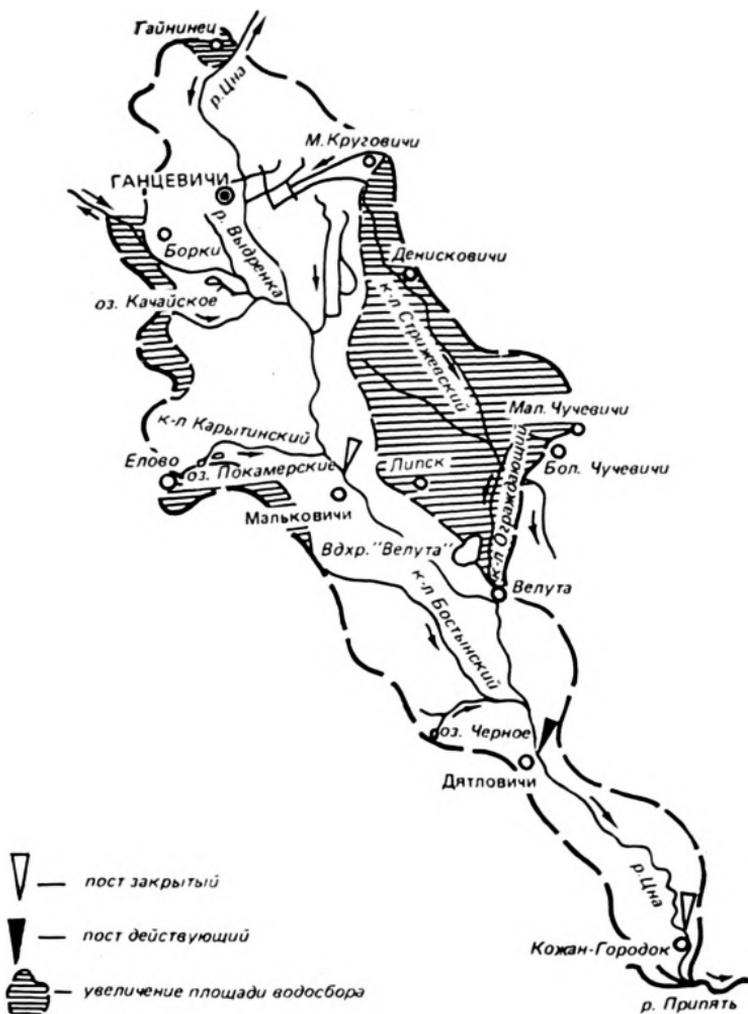


Рис. 1. Схема гидрографической сети бассейна р. Цны и изменение площади водосбора под влиянием мелиорации по состоянию на 01.01.81.

XIX в. К этому периоду относятся мероприятия, связанные как с осушением (канал Бостынский, использовавшийся для отведения вод урочища «Садлише»), так и с улучшением условий сплава плотов и судов в верхнем и среднем течении р. Цны (рис. 1). Небольшой объем мелиоративных работ не сказался на гидрографии водосбора, отличавшегося значительной заболоченностью (70 %) и хорошо развитой сетью небольших водотоков. Масштаб осушительных мелиораций со временем увеличился и к началу 60-х годов нашего времени составил около 2 % площади водосбора [1]. Основные мероприятия в бассейне были выполнены, начиная с 1968 г. (общая площадь осушенных земель по состоянию на 01. 01. 81. — 16 %).

В настоящее время гидрографическая сеть, кроме р. Цны, представлена канализованной р. Выдренкой и осушительной сетью магистральных каналов (наиболее крупные: Карытинский, Бостынский, Ограждающий, Стрижевский, длиной от 12 до 29 км каждый) и каналами-осушителями (см. рис. 1). При этом протяженность открытой осушительной

сети 704, закрытой — 1048 км. Густота речной сети, включая осушительную, 0,62 км/км<sup>2</sup>. Озера на водосборе невелики, наиболее крупные: Качайское с площадью зеркала 0,17 км<sup>2</sup>, Покамерское (0,16 км<sup>2</sup>) и Черное (0,31 км<sup>2</sup>). В бассейне есть искусственные водоемы: наливные пруды и водохранилища общим объемом 9,3 млн. м<sup>3</sup>; в стадии строительства на Ограждающем канале наливное водохранилище «Велута» (31 млн. м<sup>3</sup>). Болота, в большинстве низинного типа, расположены в северной и центральной частях водосбора (6 % территории).

Таблица 1

Изменение основных гидрографических характеристик  
р. Цны — с. Дятловичи до и после мелиорации

Гидрографические характеристики	Данные исследования		
	Краткий справочник рек и водоемов БССР (А. И. Тюльпанов) на 01. 01. 48.	ОГХ, т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье на 01. 01. 70.	Каталог водопользования, бассейн р. Цны, топокарты на 01. 01. 81.
Местоположение истока	Из болотного массива в 6 км севернее гор. Ганцевичи	На южных склонах Копыльской возвыш. у с. М. Круговичи	Мелиоративный канал в 0,5 км ЮВ с. Гайнинец
Длина реки, км	84	95	78
Уклон реки, ‰	0,21	0,32	0,42
Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	1157	969	1335
Общая заболоченность (болота, забол. земли), ‰	70*	16	6
Распаханность, ‰	—	15	22
Лесистость, ‰ (сухой и заболоченный лес)	65	66	66
Озерность, ‰	0,15	1	1
Коэффициент густоты речной сети	0,23	0,40	0,62

\* С учетом заболоченного леса.

Сравнительные данные величин основных гидрографических характеристик до и после проведения основных мелиоративных работ в бассейне р. Цны — с. Дятловичи (табл. 1) показывают, что осушительные мелиорации в основном привели к увеличению площади водосбора, уменьшению заболоченности и увеличению густоты речной сети.

Значительное увеличение площади водосбора вызвано тем, что в районе населенных пунктов Денисковичи, Велута, Липск, Малые Чучевичи в 1977/1982 гг. проводились и работы по введению в эксплуатацию системы двустороннего регулирования Стрижевского и Ограждающего каналов (см. рис. 1), предназначенной для перепуска части стока из Стрижевского канала в бассейн р. Цны (преимущественно в меженьный период), а также для наполнения водохранилища «Велута»; до переустройства канал Стрижевский входил в водосбор р. Смердь. К тому же были осуществлены мелиоративные работы на водоразделе в северной части водосбора у с. Гайнинец и в западной — у с. Борки и с. Елово.

Стационарные наблюдения за гидрологическим режимом р. Цны велись на трех постах, из которых один (с. Дятловичи) действует по настоящее время. Как показали наблюдения, основная доля годового стока (63 % в средний по водности год) приходится на время весеннего половодья; в период летне-осенней и зимней межени этот показатель составляет 23 и 14 % соответственно [2]. В связи с проводимыми в бассейне осушительными мелиорациями (с 1968 г.) стоковый режим реки изменился.

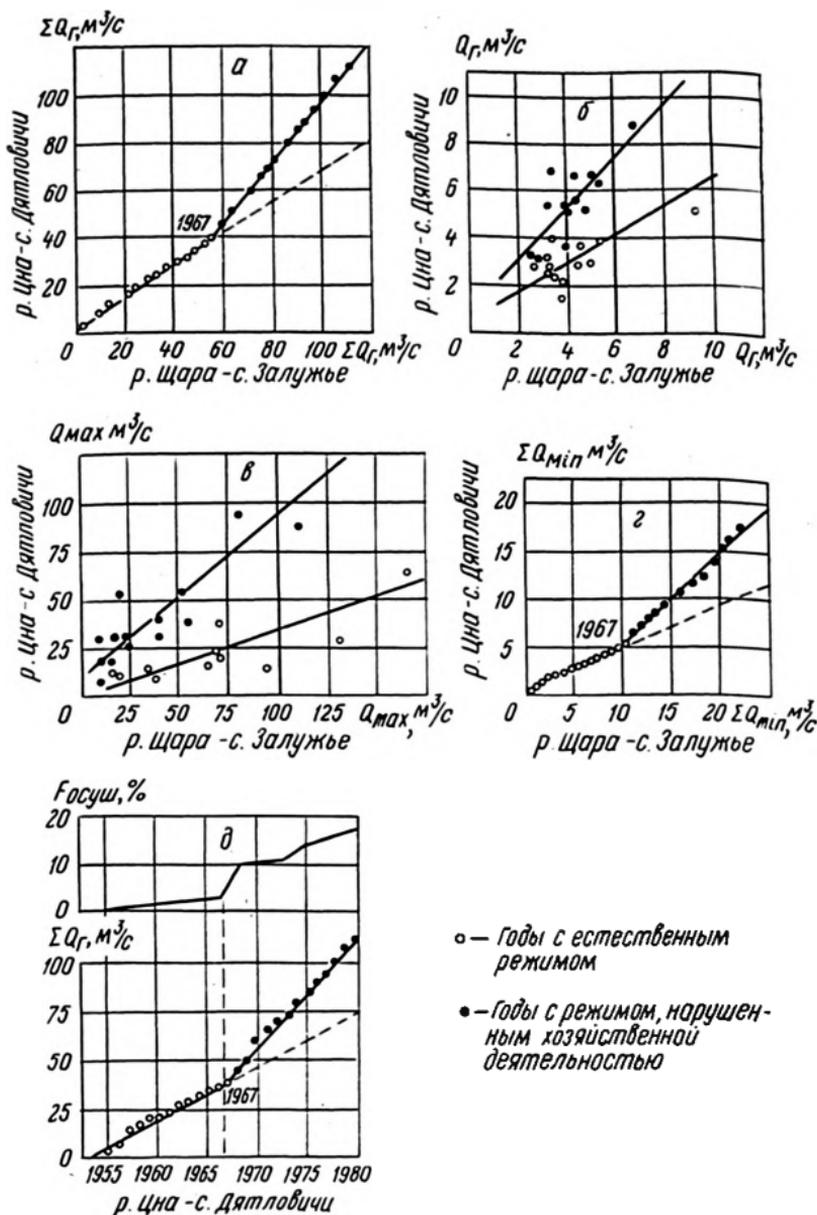


Рис. 2. Графики связи: интегральных значений и соответствующих величин средних годовых расходов воды (а, б), максимальных расходов весеннего половодья (в), минимальных летних расходов (г) для р. Цны — с. Дятловичи и р. Щары — с. Залужье, расходов и площадей осушенных земель (д) р. Цны — с. Дятловичи за 1955—1980 гг.

Анализ материалов наблюдений и определение количественных характеристик изменения среднего годового, максимального стока весеннего половодья и минимального летнего стока по р. Цне — с. Дятловичи проведены нами за 1955—1980 гг. Оценка изменения элементов водного режима под влиянием осушительных мелиораций выполнена способом графических связей соответствующих величин с использованием графических связей интегральных значений стока исследуемого и контрольного водосборов [3, 4]. Графики связи принимались в качестве расчетных при значениях коэффициента корреляции 0,75—0,92, определен-

ного на ЭВМ «Электроника ТЗ-16». Вследствие ограниченной длительности наблюдений на водосборе за период интенсивных мелиоративных работ (1968—1980) приведение характеристик режима к средним многолетним значениям производилось графоаналитическим методом Г. А. Алексеева [5]. Контрольным принят водосбор р. Щара — с. Залужье (площадь 1110 км<sup>2</sup>, лесистость 39 %, заболоченность 21 %), объекты мелиорации которого расположены преимущественно в верхней части бассейна. По данным отдела изучения водных ресурсов Минской ГМО, заметные изменения водного режима реки для его характерных фаз и в целом для года не отмечаются.

В соответствии с изложенной методикой определения начала нарушения естественного водного режима бассейна (влияние антропогенного фактора) и количественной оценкой его изменения построены интегральные графики связи и графики связи соответствующих величин для среднего, максимального и минимального стока, выраженного в расходах и модулях по исследуемому и контрольному водосборам (рис. 2, в работе графики приводятся не полностью). Анализ графиков связи (рис. 2, а, б, в, г), а также совмещенных интегральных графиков площади осушенных земель (% площади водосбора) и среднегодового стока (рис. 2, д) подтверждает резкое отклонение величин стока, приходившиеся на 1968 г., когда площадь осушенных земель на водосборе возросла с 3 до 9 %. При этом интегральные графики связи по осадкам для исследуемого и контрольного водосборов (в работе не приводятся) показали, что они синхронны, и отклонение от общей линии связи не наблюдается. Таким образом, на водосборе р. Цны — с. Дятловичи в общем ряду наблюдений с 1955 по 1980 г. выделяются два периода: до мелиорации (1955—1967 гг.) и период интенсивного проведения мелиоративных работ (1968—1980 гг.).

Результаты количественной оценки изменения годового, максимального и минимального стока за 1968—1980 гг., выполненной двумя способами [3], показали, что величина изменения среднегодового стока р. Цны — с. Дятловичи, выраженная в процентах по отношению к восстановленной для расходов и модулей, составляет 80 %. Средний многолетний годовой сток на водосборе увеличился на 59 % (табл. 2), коэффициент вариации ( $C_v$ ) уменьшился на 30 %. Результаты анализа и расчетов изменения годового стока реки под влиянием мелиорации с использованием материалов наблюдений по состоянию на 01. 01. 81. подтверждают выводы [6].

Таблица 2

Изменение средних многолетних характеристик стока р. Цны — с. Дятловичи под влиянием мелиорации

Характеристика стока	$Q_0$ , годов	$Q_0$ , макс.	$Q_0$ , min
	м <sup>3</sup> /с		
Среднее многолетнее значение до мелиорации (по данным: Ресурсы поверх. вод СССР, 1971)	3,49	20,0	0,39
Среднее многолетнее значение в условиях интенсивной мелиорации (расчет методом Г. А. Алексеева)	5,55	32,0	0,89
Абсолютное значение	+2,06	+12,0	+0,50
Изменение, %	59	60	128

Максимальный сток весеннего половодья за период 1968—1980 гг. увеличился: коэффициент изменения 1,79. Среднее многолетнее значение максимального расхода воды возросло на 60 % (табл. 2),  $C_v$  повысился на 17 %. Значительное увеличение максимальных расходов р. Цны — с. Дятловичи за 1968—1980 гг., а также в многолетнем раз-

резе обусловлено случаями переброса части стока из соседних бассейнов р. Нач и Стрижевского канала. Режим максимальных расходов в условиях мелиорации к настоящему времени не стабилизировался.

Наиболее низкий сток на рассматриваемом водосборе обычно приходится на летний и зимний периоды. При этом зимний минимальный сток и до проведения мелиорации (1955—1967), и во время ее (1968—1980), как правило, выше летних минимумов. Так, среднее значение минимальных зимних расходов в условиях мелиорированного водосбора составляет 1,92, в то время как летних—0,90 м<sup>3</sup>/с. Повышенные значения зимних минимумов обусловлены почти ежегодно повторяющимся осенним увлажнением почво-грунтов, что способствует аккумуляции грунтового стока—основного источника питания реки в зимнюю межень. Как показали расчеты (см. табл. 2), среднее многолетнее значение минимального летнего расхода воды увеличилось на 128 % ( $C_r=0,43$ ); минимальные суточные значения (75 и 95—97 % обеспеченности) увеличились более значительно и превышают величину изменения среднего многолетнего летнего стока на 70—75 %.

Таким образом, в результате анализа материалов по состоянию на 01.01.81. установлено изменение гидрографических характеристик в бассейне р. Цны после проведения основных мелиоративных работ (см. рис. 1, табл. 1), а также определено начало влияния осушительных мелиораций на изменение естественного водного режима бассейна (см. рис. 2) с периодами до мелиорации (1955—1967) и интенсивной осушительной мелиорации (1968—1980).

Количественная оценка изменения водного режима реки в многолетнем разрезе свидетельствует о том, что мелиоративные работы в бассейне привели к значительному увеличению стока среднего годового на 59, максимального—60 и минимального летнего на 128 % вследствие следующих причин: регулирования и превращения русла реки в водоприемник осушительных систем с увеличенными уклонами, а также канализации ее притоков, значительного увеличения густоты речной сети; возможности перелива части стока из бассейнов р. Нач (район с. Гайнинец), р. Смердь (у с. Б. Чучевичи) и р. Бобрик (район с. Борки) в результате проведенных на водоразделе мелиораций; увеличения в период межени подземного питания в связи с повышением дренажной способности реки, создания благоприятных условий для отвода вод с заболоченных площадей в реку-водоприемник; ввода в эксплуатацию системы двустороннего регулирования у с. Б. Чучевичи и проведения работ, связанных со строительством водохранилища «Велута».

Влияние указанных причин проявляется в разные фазы водного режима. Учитывая, что мелиоративные работы на водосборе продолжаются и в последние годы большое внимание уделяется переустройству прежней сети осушительных систем, а также замене открытой сети каналов на закрытый дренаж, вопрос оценки влияния осушения на водный режим бассейна требует дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. К л ю е в а К. А.—Метеорология и гидрология, 1974, № 6, с. 99.
2. Основные гидрологические характеристики, т. 5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье.—Л., 1974, с. 78.
3. К л ю е в а К. А., П о к у м е й к о Ю. М. Оценка изменений гидрологических характеристик режима рек под влиянием осушительных мелиораций способом графических связей соответствующих величин. Экспресс-информация ВНИГМИ-МЦД, вып. 1 (45). Гидрология суши.—Обнинск, 1976, с. 9.
4. Д о б р о у м о в Б. М., У с т ю ж а н и н Б. С. Преобразование водных ресурсов и режима рек центра ЕТС.—Л., 1980.
5. Л у ч ш е в а А. А. Практическая гидрология.—Л., 1976, с. 139.
6. П о к у м е й к о Ю. М. Изменение водного режима рек Белоруссии под влиянием осушительных мелиораций: Сб. работ Минской и Вильнюсской ГМО, 1980, вып. 1.

## ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БЕЛОРУССИИ В РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Формирование современного облика растительного покрова — длительный, сложный процесс, протекавший на протяжении поздне- и послеледниковья. Одним из важнейших этапов этого процесса явился ранний голоцен, включающий в себя два периода — пребореальный и бореальный. В то время произошел коренной перелом климата в сторону потепления и начали складываться естественные фитоценозы современного облика [1], сменившие лесотундровые ландшафты позднеледникового времени [2—8].

Для реконструкции растительного покрова нами использованы материалы палинологического изучения более 50 разрезов озерных отложений и торфяников.

Первый, сравнительно непродолжительный период голоцена — пребореальный (10200—9500 лет т. н.) [9] — отличался прохладным континентальным климатом, благоприятствовавшим широкому развитию сосновых и березовых лесов [4—9]. Среднеянварские температуры были ниже современных на 3—4 °С, а среднеиюльские и среднегодовые — примерно на 2 °С, количество осадков было ниже на 50—75 мм в год. Спорово-пыльцевые спектры отложений этого периода характеризуются рядом черт, отличающих их как от более древних (позднеледниковых), так и от более молодых (бореальных). Резко (до 10—15 %) сокращается по сравнению с поздним дриасом содержание пыльцы трав и кустарников. Доминировали до этого полыни и лебедовые уступают ведущую роль злакам и луговому разнотравью. Содержание спор в спектрах незначительно (1—2 %). Представлены они папоротниками, зелеными и сфагновыми мхами. В палинологических спектрах из пребореальных отложений Северной Белоруссии исчезают споры *Selaginella selaginoides*, широко встречавшиеся в позднеледниковых осадках. Основу пыльцы древесных пород продолжает составлять пыльца сосны (до 90 %) и березы (до 70 %). Среди берез преобладают древовидные формы (*Betula verrucosa*, *B. pubescens*), а участие кустарниковых и низкорослых форм (*B. nana*, *B. humilis*) резко сокращается. Значительно

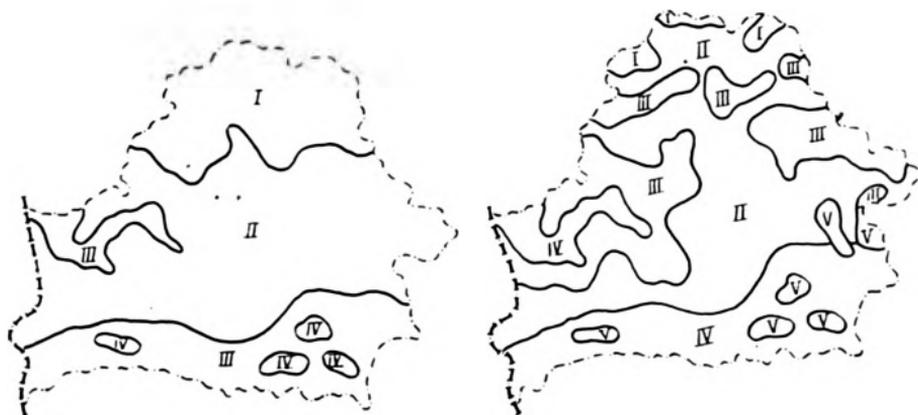


Рис. 1. Растительный покров Белоруссии в пребореальном периоде:

I — леса березово-сосновые и сосново-березовые с примесью ели; II — березово-сосновые, сосново-березовые; III — сосновые; IV — сосновые с примесью широколиственных пород

Рис. 2. Растительный покров Белоруссии в бореальном периоде:

I — леса елово-сосновые с примесью широколиственных пород; II — сосново-березовые, березово-сосновые и березовые; III — широколиственно-хвойные; IV — сосновые; V — широколиственно-сосновые

(по сравнению с поздним дриасом и особенно аллередом) сокращается в палинологических спектрах процент ели, а в ряде разрезов к концу периода она исчезает полностью. В конце пребореала в составе спорово-пыльцевых спектров, прежде всего на юге и в центре республики, появляется пыльца *Quercetum mixtum* (единичные зерна), при этом, как правило, сначала появляется пыльца вяза, затем липы и дуба. Отмечается также пыльца ольхи и орешника.

Анализ данных спорово-пыльцевого анализа отложений пребореального периода позволяет предположить, что растительный покров Белоруссии был относительно однороден на всей территории и различия его определялись не столько климатом (который был однородным по всей территории), сколько составом почво-грунтов (рис. 1). Зональные различия растительности в это время только намечаются [8]. Песчаные низины Полесья и Припечанья были покрыты сосновыми лесами, на остальной части территории республики были распространены березово-сосновые, сосново-березовые и березовые леса. В более увлажненных местах к сосне и березе присоединялась ольха. На низких заболоченных участках встречались заросли кустарниковых берез и ивы. В благоприятных местообитаниях на глинистых грунтах Северной и Центральной Белоруссии, по-видимому, еще сохранялась ель, но к концу периода ельнички исчезли полностью. В конце данного отрезка времени в лесах появляются в виде незначительной примеси широколиственные породы, а в подлеске — лещина. Таким образом, в пребореальном периоде по всей Белоруссии произрастали леса, близким аналогом которых в настоящее время могут быть среднетаежные леса.

Бореальный период (9500—8000 лет т. н.) [9] голоценовой истории характеризуется прогрессирующим потеплением. Температуры постепенно повысились до современного уровня. Количество осадков в первой половине периода оставалось ниже примерно на 50 мм, однако к концу периода возросло до нынешних значений. Повышение среднегодовых и особенно летних температур до показателей, близких к современным, не могло не сказаться на облике растительного покрова. Это подтверждается многочисленными палинологическими данными из разрезов, вскрывших бореальные отложения в разных частях республики. Спорово-пыльцевые спектры характеризуются господством пыльцы древесных пород, среди которых ведущее место принадлежит пыльце сосны и березы, прежде всего *Betula pubescens*, меньше *B. verrucosa*. Постепенно к концу периода роль сосны и березы сокращается и возрастает значение пыльцы ели, ольхи, широколиственных пород (вяза, липы, дуба и др.) и орешника. На бореальный период приходится начало рациональной кривой пыльцы широколиственных пород на спорово-пыльцевых диаграммах. В конце периода начинается распространение ели по территории республики. В некоторых разрезах во второй половине бореала отмечаются единичные зерна пыльцы граба. Иногда к концу бореала приурочен абсолютный максимум пыльцы лещины (*Corylus avellana*) [1, 4]. Еще больше по сравнению с пребореалом уменьшается значение пыльцы травянистых растений и спор. Травы представлены пыльцевыми зернами злаков, крестоцветных, гречишных, лютиковых, сложноцветных и др. Содержание пыльцы маревых и полыней в спектрах продолжает сокращаться, вплоть до полного исчезновения маревых из отдельных спектров. В небольшом количестве (до 3 %) представлены споры зеленых и сфагновых мхов и папоротников.

Анализ спорово-пыльцевых диаграмм отложений бореального периода позволяет проследить дальнейшие изменения в составе растительного покрова Белоруссии. Именно в бореальное время наметилась дифференциация растительного покрова, вызванная как зональными (климатическими), так провинциальными (характер рельефа, состав почво-грунтов) и местными (положение уровня грунтовых вод) факторами (рис. 2).

Моренные возвышенности крайнего севера республики (Браславская,

Освейская, Городокская) были покрыты елово-сосновыми лесами с примесью вяза, липы, дуба (количество пыльцы ели достигает в отдельных разрезах 10 %, а сумма пыльцы *Quercetum mixtum* обычно составляет 1—2 %, к концу периода возрастает до 5—10 %). При этом среди широколиственных более широкое развитие получили вяз и липа как менее требовательные к теплу породы. Возвышенности, расположенные к югу от границы браславской (померанской) стадии валдайского ледника (Витебская, Свенцянская, Ошмянская, Белорусская и Копыльская гряды) были покрыты лесами, в составе которых роль широколиственных пород заметно возросла (количество пыльцы *Quercetum mixtum* в палинологических спектрах обычно составляет 7—8 %, а к концу периода увеличивается до 12—15 %). Это позволяет восстановить здесь широколиственно-хвойные леса. На возвышенностях Полесья (Загородье, Мозырская, Хойникско-Брагинская и Юровичская гряды) произрастали широколиственно-сосновые леса (см. рис. 2).

Существенно отличались от описанных леса в пределах низменностей Белоруссии. На водно- и озерно-ледниковых низменных равнинах Северной и Центральной Белоруссии (Полоцкая, Луческая, Суражская, Нарочано-Вилейская, Верхне- и Центрально-Березинская) были распространены сосново-березовые, березово-сосновые и березовые леса с небольшой примесью вяза, липы и дуба (пыльца *Quercetum mixtum* в палинологических спектрах бореальных осадков на данной территории обычно составляет 2—3 %, увеличиваясь к концу периода до 5—7 %). Водно-ледниковые, аллювиально-озерные песчаные равнины Полесья и Принеманья были заняты сосновыми борами (количество пыльцы сосны на диаграммах составляет 70—85 %) (см. рис. 2). Следует отметить, что в Центральной и Южной Белоруссии роль дуба в составе фитоценозов была намного выше, чем в пределах Белорусского Поозерья.

Изменение климата в сторону увлажнения в конце бореального периода привело к быстрому и широкому распространению по всей республике ольхи (*Alnus incana* и особенно *A. glutinosa*). Обширные пониженные участки в это время, по-видимому, были заняты ольшаниками, а значительное участие среди микрофоссилий пыльцы *Alnus glutinosa* не исключает возможности существования широколиственно-черноольховых фитоценозов.

Таким образом, бореальный период явился временем широкого расселения по всей территории Белоруссии широколиственных пород, орешника, ольхи, появления в ряде разрезов пыльцы граба. На смену среднетаежным лесам пребореального периода пришли южнотаежные (Северная Белоруссия) и смешанные (Центральная и Южная Белоруссия) леса.

Рассмотрение вопроса формирования растительного покрова в раннем голоцене, анализ палинологических данных позволяют сделать некоторые выводы о путях расселения древесных пород, имеющих важное значение в решении задач районирования растительности. Проследив последовательность появления пыльцы различных древесных растений, можно предположить, что ель, вероятнее всего, в бореальное время к нам проникала с Верхнего Поволжья [10, 11], вяз и липа — с южных и юго-восточных рефугиумов, дуб мигрировал с юга и юго-запада, а граб — с центра, располагавшегося на территории нынешней Калининградской области и Северо-Восточной Польши [1].

Подводя итог, можно сделать вывод, что ранний голоцен послужил началом формирования современных лесных ценозов. Если в пребореальном периоде растительный покров отличался однообразием на всей территории Белоруссии, то в бореальное время произошла дифференциация растительности в зависимости от зональных, провинциальных и местных условий. Дальнейшее развитие этой дифференциации в среднем и позднем голоцене привело к возникновению естественных фитоценозов современного облика.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нейштадт М. И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене.— М., 1957.
2. Махнач Н. А. Этапы развития растительности Белоруссии в антропогене.— Минск, 1971.
3. Махнач Н. А., Якушко О. Ф., Калечниц В. А.— В кн.: Палинологические исследования в Белоруссии и других районах СССР. Минск, 1971, с. 113.
4. Якушко О. Ф., Махнач Н. А.— В кн.: Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии. Минск, 1973, с. 76.
5. Якушко О. Ф., Махнач Н. А.— В сб.: Палинология в СССР. М., 1976, с. 165.
6. Хурсевич Г. К. История развития диатомовой флоры озер Нарочанского бассейна. Минск, 1976.
7. Богдель И. И.— В сб.: Материалы геологического изучения территории Белоруссии. Минск, 1981, с. 144.
8. Якушко О. Ф., Махнач Н. А., Богдель И. И.— В сб.: Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене.— М., 1982, с. 168.
9. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии.— М., 1977.
10. Серебряный Л. Р.— В сб.: Палинология голоцена. М., 1971, с. 17.
11. Серебряный Л. Р.— В сб.: Палинология голоцена и маринопалинология. М., 1973, с. 23.

Поступила в редакцию  
05.04.83.

Отраслевая научно-исследовательская  
лаборатория озерадения

УДК 551.481.2.626.86

М. К. ВАСИЛЕВСКАЯ, Л. Н. ГЛАЗКОВА

### ВЛИЯНИЕ ОСУШИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Широкое развитие мелиорации земель существенно влияет на весь природный комплекс территории республики, в частности, происходят структурные и качественные изменения растительности болот и лугов. Определение характера современных и возможных качественных изменений естественной растительности под влиянием антропогенных факторов становится важным этапом на пути оптимизации ландшафта [1, 2].

Исследования химического состава лугово-болотных фитоценозов, а также отдельных видов растений на водораздельных и пойменных лугах разной степени увлажнения (временно избыточно увлажненных, заболоченных и торфяных) проводились с 1972 г. На неосушенном болоте объекта «Верховье реки Ясельды», испытывающем сильное влияние осушения близлежащих территорий изучался химический состав фитоценозов в динамике через два года. Для этой цели закладывались геоботанические профили перпендикулярно к основному водоприемнику с заложением пробных площадок. Пробы отбирались в период сенокосной зрелости травостоя. На каждой точке сделано геоботаническое описание травостоя, учтен урожай трав. Изучено 90 видов растений в 130 растительных ассоциациях.

В результате исследований установлено, что каждому виду растений присуща индивидуальная избирательная способность усваивать в разных количествах тот или иной микроэлемент. Так, на перегнойно-глеевой почве содержание марганца в тростнике обыкновенном составляло 185,4 мг/кг воздушно-сухого вещества, меди — 21,0, кобальта — 0,48, цинка — 24,5, бора — 5,0, молибдена 0,97 мг/кг; на торфянисто-глеевой почве соответственно: 78,9; 3,75; 0,17; 5,0; 2,5; 0,97 мг/кг. В осоке желтой на перегнойно-глеевой почве содержится марганца 140 мг/кг, меди 16,0, кобальта 0,35, молибдена 0,95, бора 5,5, цинка 9,5 мг/кг; на торфяно-болотной соответственно: 134,4; 9,75; 0,53; 0,8; 5,0; 17,5 мг/кг. Пределы содержания микроэлементов в растениях, произрастающих в различных условиях, определяли для многих видов: осок острой, про-

Таблица 1

## Содержание микроэлементов в ценозах лугов Белоруссии

Тип луга	n	Марганец	Медь	Кобальт	Молибден	Бор	Цинк
		мг/кг сухого сена					
<b>Водораздельная группа лугов</b>							
Суходольный временно избыточно увлажняемый	29	$\frac{102}{15-276}$	$\frac{13,3}{4,5-34,5}$	$\frac{0,30}{0,06-1,65}$	$\frac{0,80}{0,40-1,25}$	$\frac{12,6}{1,28-25,0}$	$\frac{31,7}{6,0-62,5}$
Заболоченный	33	$\frac{108}{17-185}$	$\frac{16,3}{2,7-31,2}$	$\frac{0,18}{0,05-0,78}$	$\frac{0,76}{0,55-1,37}$	$\frac{12,9}{2,5-37,0}$	$\frac{26,1}{3,5-62,5}$
Торфяной	9	$\frac{113}{91-182}$	$\frac{18,9}{6,2-27,5}$	$\frac{0,25}{0,12-0,53}$	$\frac{0,83}{0,70-1,10}$	$\frac{10,5}{3,3-22,5}$	$\frac{30,6}{17,0-51,0}$
<b>Пойменная группа лугов</b>							
Среднего уровня	7	$\frac{98,7}{10-226}$	$\frac{10,9}{8,0-14,7}$	$\frac{0,38}{0,06-0,78}$	$\frac{0,87}{0,80-1,30}$	$\frac{13,7}{1,2-20,0}$	$\frac{19,6}{6,5-26,5}$
Заболоченный	3	$\frac{126,4}{76-186}$	$\frac{15,1}{5,5-25,0}$	$\frac{0,08}{0,05-0,22}$	$\frac{0,68}{0,65-0,77}$	$\frac{11,2}{7,5-15,0}$	$\frac{18,1}{17,5-20,0}$
Торфяной узких пойм	16	$\frac{88}{30-265}$	$\frac{7,2}{3,1-11,2}$	$\frac{0,39}{0,11-0,71}$	$\frac{1,0}{0,80-1,05}$	$\frac{8,1}{2,6-22,0}$	$\frac{15,4}{14,2-16,9}$
Торфяной широких пойм	10	$\frac{95}{54-171}$	$\frac{6,5}{3,0-12,0}$	$\frac{0,42}{0,10-0,58}$	—	$\frac{8,2}{2,2-15,5}$	—

Примечание: В числителе среднее содержание микроэлемента; В знаменателе — пределы колебаний (то же в табл. 2, 3)

Содержание макроэлементов в ценозах лугов Белоруссии

Тип луга	n	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний
		% на воздушно-сухое вещество				
<b>Водораздельная группа лугов</b>						
Суходольный временно избыточно увлажненный	29	1,8	0,45	1,6	0,25	0,45
		0,5—2,7	0,14—0,80	1,1—3,1	0,04—0,47	0,10—2,23
Заболоченный	33	2,2	0,38	1,4	0,21	0,44
		0,9—3,2	0,12—0,79	1,0—1,7	0,04—0,74	0,05—1,11
Торфяной	9	1,5	0,31	1,5	0,18	0,29
		0,7—2,2	0,21—0,56	0,9—3,1	0,03—0,43	0,05—0,73
<b>Пойменная группа лугов</b>						
Среднего уровня	7	2,0	0,68	1,6	—	—
		0,4—3,0	0,14—1,12	1,30—1,70	—	—
Заболоченный	3	2,1	0,48	1,6	—	—
		1,8—2,8	0,31—0,64	0,8—1,7	—	—
Торфяной узких пойм	16	1,5	0,48	1,7	—	—
		1,4—1,9	0,45—0,60	1,6—1,7	—	—

сяной, обыкновенной, пузырчатой двутычиночной, вахты трехлистной, подмаренника цепкого и северного, хвоща топяного, различных мхов и др. Установлено, что количество марганца, меди, цинка, бора меньше в болотных растениях, произрастающих на торфяно-болотных почвах. Содержание микроэлементов в растительности лугов различной степени увлажнения следует тем же закономерностям (табл. 1). Так, содержание марганца в травах пойменных лугов среднего уровня составляет 98,7 мг/кг, заболоченных — 126,4, торфяных узких пойм — 88, широких пойм — 95 мг/кг, меди соответственно: 10,9; 15,1; 7,2; 6,5 мг/кг; бора 13,7; 11,2; 8,1; 8,2 мг/кг; цинка в травах суходольных лугов временно избыточно увлажняемых, — 31,7, заболоченных 26,1, торфяных 30,6 мг/кг. Содержание кобальта и молибдена в растительности пойменных торфяных лугов повышено. Количество азота, фосфора, кальция и магния меньше в растениях, произрастающих на торфяно-болотных почвах (табл. 2). В среднем для лугового типа растительности отмечается уменьшение содержания кальция и магния при переходе от суходольного луга к торфяному. Содержание калия в растительности пойменных торфяных лугов повышено.

С увеличением степени увлажнения болотных почв убывает биологический урожай сена: на пойменных иловато-торфяно-глеевых почвах он составлял 38,6 ц/га, на иловато-торфяных — 36,7, на торфяно-болотных — 29,1 ц/га, соответственно убывает и их кормовое достоинство с 66,6 до 61,0 балла [3].

После проведения мелноративных работ в бассейне реки Ясельды произошло качественное изменение растительности немелиорированного торфяного болота, выразившееся в уменьшении его биологической продуктивности. Если средняя урожайность сена на площадках в 1975 г. составляла 21,4, то в 1977 — только 13,6 ц/га. Хотя соотношение видов и видовой состав фитоценозов остались почти прежними, содержание микроэлементов в растениях изменилось (табл. 3).

Резко возросло количество марганца во всех видах болотной растительности; меди, цинка — в вях, березе, подмареннике цепком, клюкве мелкоплодной, сфагнуме, гипнуме, вахте трехлистной; молибдена — в березе, злаках, сфагнуме и гипнуме. Содержание кобальта уменьшилось

Содержание микроэлементов в растительности неосушенного болота объекта «Верховье реки Ясельды»

Название растений	п	Микроэлементы, мг/кг									
		марганец		медь		кобальт		молибден		цинк	
		до мелнорацни	после мелнорацни	до мелнорацни	после мелнорацни	до мелнорацни	после мелнорацни	до мелнорацни	после мелнорацни	до мелнорацни	после мелнорацни
Ива непельная	4	28	147	5,6	7,3	0,34	0,21	0,20	0,21	90	166
		15—35	115—173	5,0—6,2	6,2—8,4	0,27—0,45	0,12—0,28	0,14—0,30	0,2—0,3	75—115	100—258
Береза призем.	4	10	133	5,0	8,0	0,27	0,20	0,20	0,37	73	216
		6—14	80—180	2,0—6,0	7,4—9,4	0,2—0,4	0,16—0,27	0,18—0,24	0,2—0,7	65—87	130—360
Осоки	3	44	185	6,2	7,2	0,36	0,29	0,60	0,40	32	26
		35—55	160—195	6,0—6,4	6,2—9,0	0,3—0,4	0,17—0,36	0,5—0,7	0,3—0,5	15—50	20—36
Злаки	3	110	210	9,0	7,5	0,34	0,34	0,20	0,50	20	22
		80—130	147—275	7,0—11	5,7—8,4	0,3—0,4	0,22—0,47	0,1—0,3	0,4—0,6	17—25	18—25
Сабельник болотный	3	36	100	5,2	5,00	0,18	0,15	0,80	0,20	48	55
		26—46	80—120	4,7—5,7	4,8—5,2	0,1—0,2	0,10—0,22	0,6—1,1	0,1—0,3	27—64	43—66
Подмаренник цепкий	2	14	100	8,0	8,4	—	—	0,20	0,20	10	54
		7—21	60—160	6,0—10	6,2—9,0	—	—	0,1—0,3	0,1—0,3	5—15	47—68
Клюква мелкоплодная	3	42	240	8,4	8,2	0,23	0,31	0,20	0,20	10	25
		41—46	140—340	8,0—8,8	8,0—8,4	0,1—0,3	0,23—0,40	0,1—0,3	0,1—0,3	7—16	14—36
Сфагнум	3	48	200	8,4	9,3	0,45	0,43	0,20	0,82	10	23
		40—56	145—255	6,1—9,3	9,2—9,4	0,4—0,5	0,40—0,45	0,1—0,3	0,7—0,9	3—18	18—28
Гиппум	2	85	320	7,4	9,4	—	—	0,20	0,60	9	21
		80—90	250—380	6,4—8,8	8,1—10,2	—	—	0,1—0,3	0,4—0,8	5—13	18—28
Вахта трехлистная	3	28	155	5,0	7,9	0,11	0,18	1,60	0,20	19	75
		20—36	70—240	3,0—7,0	7,4—8,4	0,1—0,2	0,11—0,25	1,3—1,9	0,1—0,3	15—24	60—110

во всех видах болотной растительности, кроме клюквы мелкоплодной и вахты трехлистной, что свидетельствует об исключительно высокой зависимости химического состава растений от условий произрастания и видов растительности. Условия среды местообитания на немелниорированном болоте объекта «Верховье реки Ясельды» в результате уменьшения общей обводненности после мелниорации близлежащих территорий приводят к возрастанию количества одних элементов и уменьшению других, что соответствует по содержанию микроэлементов в травах переходу лугов от торфяных к минеральным заболочиваемым. Как установлено нашими исследованиями, после мелниорации значительно возрастает содержание подвижных форм микроэлементов в почвах (табл. 4). Выявлена корреляционная зависимость между содержанием

Таблица 4

Содержание подвижных форм микроэлементов  
в иловато-торфяных почвах, мг/кг

Элемент	Осушенные		Целые	
	$\langle x \rangle$	V, %	$\langle x \rangle$	V, %
Марганец	138,0	48,7	107,0	45,6
Медь	9,4	67,8	7,8	60,4
Кобальт	2,0	42,6	1,5	40,4
Бор	1,3	73,3	1,1	79,7

микроэлементов в сене и их подвижных форм в почвах (для меди  $r$  0,35, кобальта — 0,25, марганца — 0,30;  $n=26$ ), чем, по всей вероятности, и объясняется повышение содержания большинства микроэлементов в растительности на почвах, испытывающих влияние мелниорации. Сравнение содержания микроэлементов в растительности торфяных болот Белоруссии и луговой растительности черноземной зоны показало более высокую концентрацию марганца, меди, кобальта, бора, молибдена в растительности торфяных лугов Белоруссии, но соотношение их с йодом меньше, чем в эталонах. Количество цинка ниже эталонного, меньше и соотношение его с йодом. Изучение пороговых концентраций [4] показало, что 11,1 % образцов луговой растительности торфяных болот Белоруссии содержит недостаточное количество кобальта; 34,6 — нормальное, а 65,4 % — избыточное количество марганца. Остальные микроэлементы содержатся в пределах нормальной регуляции функций организмов. Следовательно, увеличение содержания цинка в болотной растительности после мелниорации территории является положительным, уменьшение кобальта и увеличение марганца — отрицательным ее следствием.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайко С. М., Санько П. М., Вашкевич Л. Ф. — В кн.: Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий. Минск, 1981, с. 140
2. Парфенов В. И., Ким Г. А. Динамика лугово-болотной флоры и растительности Полесья под влиянием осушения. Минск, 1976.
3. Алисиевич М. К., Санько П. М. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 1, с. 64.
4. Ковальский В. В., Андрианова Г. А. Микроэлементы в почвах СССР. — М., 1970.

Поступила в редакцию  
03.05.82.

Лаборатория мелниорации ландшафтов

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ БОЛОТ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ МЕЛИОРАЦИИ

Решениями XXVI съезда КПСС намечено в XI пятилетке ввести в эксплуатацию в целом по стране 3,7—3,9 млн. га осушенных земель, а на территории Белоруссии — 480—520 тыс. га [1]. При этом перед учеными и практиками ставятся задачи повышения технического уровня и качества водохозяйственного строительства, обеспечения комплексного проведения работ по мелиорации земель и их сельскохозяйственному освоению, улучшения мелиоративного состояния осушенных земель. Накопленный опыт убедительно показал необходимость вдумчивого и осторожного проведения мелиоративных мероприятий, так как болота являются особыми природными образованиями и играют определенную роль в равновесии природной среды конкретной территории. В связи с этим необходимо всесторонне изучать болотные массивы, обращая внимание не только на современное состояние их, но и на происхождение, историю развития, условия формирования, ибо все это дает целостное представление о болотных природно-территориальных комплексах и помогает наиболее рационально решать вопросы мелиорации.

К сожалению, утвердилось мнение, что территориальное единство болотного массива означает и его генетическое единство. Исходя из этого положения, для осушения большого болотного комплекса применяется однотипная техническая система. Подобный подход к освоению болот не всегда дает положительные результаты: в одних случаях часть болотного массива остается в переувлажненном состоянии, в других — наоборот, переосушается. Кроме того, на крупных болотных массивах трудно управлять такими техническими системами, и они часто выходят из строя. Все это заставляет искать новые, более эффективные решения проблемы освоения болот и заболоченных земель. Однако все предложения сводятся лишь к решению технической стороны вопроса (замена открытого дренажа закрытым и т. п.) и не уделяют должного внимания вопросам происхождения и территориального единства больших болотных массивов.

Исследования сотрудников кафедры физической географии СССР и БелДор НИИ Загальского болотного массива в Любанском районе (система реки Орессы) дали интересные результаты\*. Несмотря на то, что болота и заболоченные участки, соединяясь друг с другом благодаря небольшим перепадам высот (0,0006—0,0007‰), образуют большой, единый по площади массив, характер распределения этих участков, генезис, динамика, размеры и выдержанность мощности торфяного горизонта строго приурочены к определенным геоморфологическим условиям. На профиле (рис. 1), проложенном по левому борту долины Орессы и примыкающего водораздела, четко прослеживается эта закономерность.

На первой надпойменной террасе болота и переувлажненные участки занимают небольшие площади (0,6—1,0 км по наибольшему диаметру) с мощностью торфа до 1 м. Контуры котловин определяются микроформами рельефа.

Болотные массивы второй надпойменной террасы в среднем 4—5 км по наибольшему диаметру; мощность торфа в центральной части до 2 м к периферийным частям постепенно выклинивается. На водно-ледниковой равнине торфяные массивы линейно вытянуты, шириной от 0,4—0,6 до 2 км. Мощность торфа резко увеличивается от периферических частей к центру, где достигает более 3 м. Такое распределение болотных массивов связано с неодинаковыми условиями заболачивания

\* Авторы статьи глубоко признательны коллегам из БелДор НИИ за возможность использовать их материалы в нашей работе.

территории. На водно-ледниковой равнине болотные массивы приурочены к эрозионным линейным формам рельефа. Формирование болот на террасах связано с особенностями строения самих террас. Так, в пределах исследуемого района аллювиальные отложения второй надпойменной террасы подстилаются моренными отложениями небольшой мощности. В то же время аллювий первой надпойменной террасы в результате дальнейшего врезания реки Орессы и размыва моренного горизонта не имеет близлежащего водоупора. В результате этого становятся понятными особенности распространения болотных массивов на различных геоморфологических элементах долины реки и примыкающего к ней водораздела. На первой надпойменной террасе заболачивание связано с уровнем воды в реке и приурочено к отрицательным микроформам рельефа, которые гипсометрически располагаются ниже уровня воды; на второй же водоупор из моренного горизонта способствует заболачиванию больших по площади территорий, а на водно-ледниковой равнине формирование болот приурочено к переуглубленным формам рельефа. Эти выводы подтверждаются и анализом стратиграфических разрезов торфяников. Для этой цели были взяты разрезы, расположенные на каждом из отмеченных участков.

На рис. 2, а показан разрез болотного массива, приуроченного к первой надпойменной террасе. Длина массива 1 км, мощность торфяной залежи до 2 м. Ботанический состав торфа следующий: в нижней части слоя преобладают остатки тростника с незначительным участием осок и древесины; в верхнем — остатки осок с небольшим участием тростника. Эти данные свидетельствуют о том, что начало формирования болотного массива связано с большим обводнением. В результате дальнейшего врезания русла реки, вызвавшего понижение уровня грунтовых вод, произошла смена растительных формаций с тростниковой на осоковую.

Болотный массив, приуроченный ко второй надпойменной террасе, округлой формы с наибольшим диаметром 2,5 км; мощность торфа до 2 м (рис. 2, б). Торфяная залежь по всей толще состоит из осокового торфа. Здесь формирование массива шло в условиях равномерного переувлажнения больших территорий, что подтверждается и геолого-геоморфологическими материалами.

При изучении болотных массивов, приуроченных к водно-ледниковой равнине, выявляются два стратиграфических разреза. Для первого характерно наличие в нижнем слое залежи сапропелевого горизонта, переходящего в тростниковый торф (рис. 2, в). Во втором разрезе сапропели отсутствуют, торфяная масса состоит из осок с незначительным участием в нижнем слое тростника (рис. 2, г). Общим для обоих типов является наличие глубоковрезанных вытянутых болотных впадин с крутыми бортами. Мощность торфа 3—4 м. Форма ложа и характер отложений позволяют сделать вывод о том, что в пределах водно-леднико-

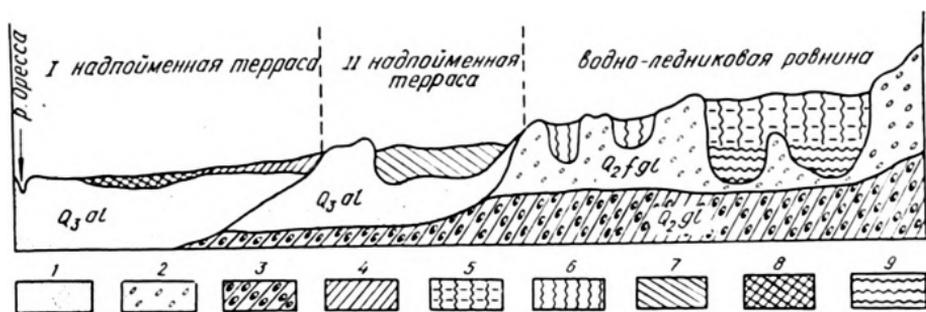


Рис. 1. Геолого-геоморфологические условия Загальского болотного массива:

1 — пески мелко- и среднезернистые; 2 — пески средне- и разномзернистые с гравием и галькой; 3 — суглинки моренные; 4 — суглинки аллювиальные; 5 — торф тростниково-осоковый; 6 — торф тростниковый; 7 — торф осоковый; 8 — торф древесно-осоковый; 9 — сапропель

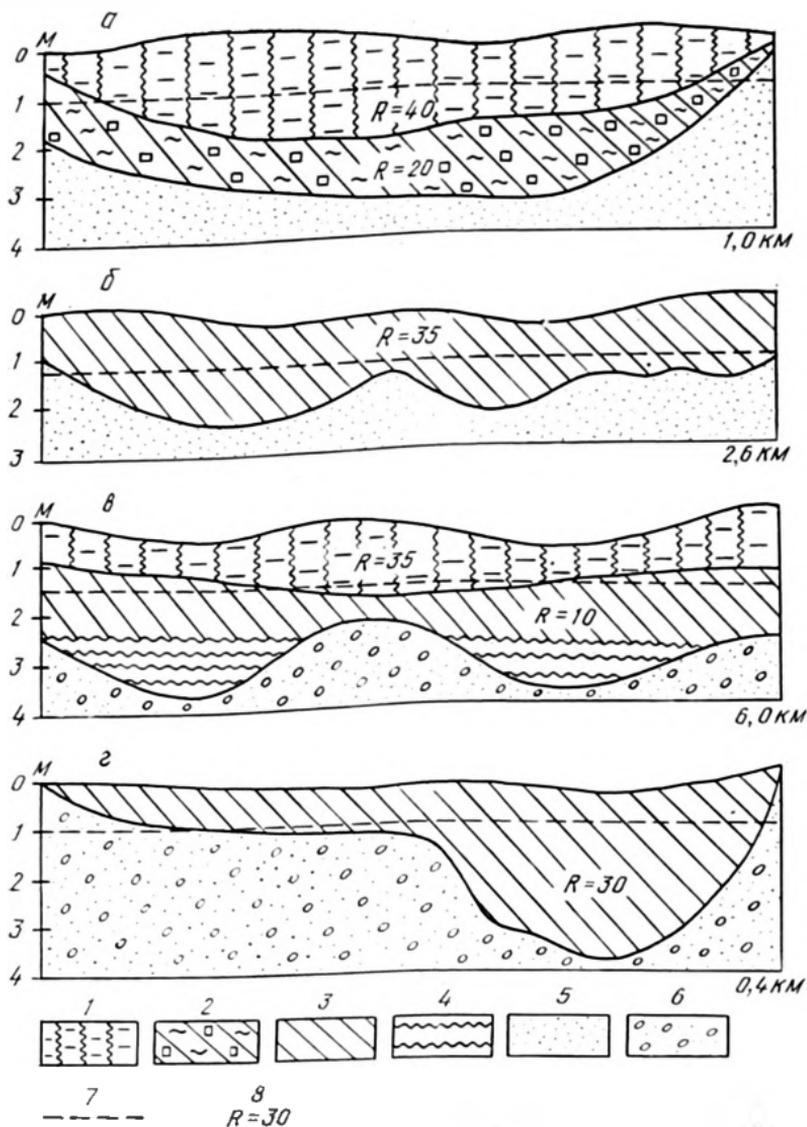


Рис. 2. Разрезы болотных массивов на первой (а), второй (б) надпойменных террасах и водно-ледниковой равнине (в, г):

1 — торф тростниково-осоковый; 2 — торф древесно-осоково-тростниковый; 3 — торф осоковый; 4 — сапрпели; 5 — пески мелко- и среднезернистые; 6 — пески средне- и разнозернистые с гравием и галькой; 7 — уровень грунтовых вод; 8 — степень разложения торфа

вой равнины очагами заболачивания служили озера и глубокооврезанные ложбины стока талых ледниковых вод.

Таким образом, различные части Загальского массива, выделяемого как единое природное образование, имеют неодинаковое происхождение и характер развития. Территориальное единство массива в наше время свидетельствует лишь о том, что торфонакопление в его генетических частях шло с различной скоростью, т. е. болотные процессы характеризуются разной динамикой, что и привело к смыканию отдельных участков в единый болотный массив (см. таблицу).

Малая степень разложения (10—20 %) нижнего слоя торфа в условиях первой надпойменной террасы указывает на то, что процессы трансформации растительных остатков протекают в анаэробной среде в условиях избыточного увлажнения. Высокая степень разложения верхнего слоя (40 %) торфа говорит о том, что процесс трансформации растительных остатков происходит в условиях значительного улучшения аэрации верхнего горизонта, связанного с понижением уровня воды в

реке Орессе в результате углубления и спрямления русла. Торфяной массив первой надпойменной террасы, таким образом, в настоящее время характеризуется переменным увлажнением. Болотные массивы второй надпойменной террасы и водно-ледниковой равнины находятся в стадии постоянного умеренного увлажнения, хотя они также мелнированы; степень разложения торфа в пределах 30—35 %.

Физические и водные свойства торфа участков Загальского массива

Тип рельефа	Вид торфа	Степень разложения, %	Зольность, %	Полная влагоемкость, %	
				до осушения	после осушения
I Водно-ледниковая равнина	тростниково-вый	30	—	—	—
II Вторая надпойменная терраса	осоковый	30 (верхний слой)	14,6	520—560	300—350
		35 (нижний слой)	19,2	—	—
III Первая надпойменная терраса	древесно-осоково-тростниково-вый	40 (верхний слой)	16,3	500—800	300—750
		10—20 (нижний слой)	12,1	—	—

Важнейшим показателем индивидуальности каждого болотного массива является и зольность торфа. Для торфяников озерных впадин характерна малая зольность (5,8 %), наиболее высокая — отмечена на террасах, что обусловлено степенью минерализации грунтовых вод, участвующих в заболачивании. Влагоемкость торфов наиболее равномерна по толще на второй надпойменной террасе (520—600 %) и контрастна на первой, а также в озерных палеокотловинах, где этот показатель колеблется от 700 до 800 % в нижних слоях и до 500 % в верхнем слое. Следует отметить, что при одинаковых методах осушения территорий разница в этом показателе между болотными массивами не сглаживается, а наоборот, еще более дифференцируется. Так, например, влажность торфяников различается и количественно, и качественно. Разница между верхними и нижними горизонтами наименее существенна у торфяников второй надпойменной террасы и наиболее — первой надпойменной террасы и палеоозерном болотном массиве.

Таким образом, современное территориальное единство болотного массива не является результатом генезиса, оно сложилось в ходе развития отдельных болотных комплексов. Сущность болотных комплексов, даже если они смыкаются друг с другом в единый большой массив, определяют конкретные природные условия.

Основываясь на анализе литературных материалов и полевых наблюдений, следует отметить, что освоение разных частей больших болотных массивов необходимо проводить дифференцированно, учитывая историю их формирования и особенности развития. Современные способы технического решения осушения болот и заболоченных земель должны применяться конкретно для каждого участка единого болотного массива.

Загальский болотный массив одним из первых на территории Белоруссии явился объектом освоения. Техническое решение осушения этого массива менялось, однако для всей площади болотного массива всегда применялся только один тип инженерных сооружений. Со временем стало заметно, а в настоящее время уже очевидно, что в разных частях болотного массива единая техническая система изменила свои первоначальные функциональные свойства и наиболее долговечными и жизнеспособными оказались те части технических систем, которые наи-

более полно имитируют природные особенности территории. Применительно к Загальскому массиву болота на водно-ледниковой равнине следует осушать магистральными каналами, так как линейные формы болотных котловин в этом случае способствовали бы сбрасыванию вод с заболоченной территории по техническим системам. Существующая сетевая техническая система на этом массиве не выполняет полностью своих функций: сток болотных вод происходит лишь по магистральному каналу, в то время как боковые каналы остаются сухими, разрушаются, возникает мелкоконтурность полей, что создает препятствия к более экономичному освоению территории. Кроме того, система регулирования увлажнения на одном магистральном канале более проста и экономична.

В условиях болот, приуроченных ко второй надпойменной террасе, котловины которых неглубокие, плоские, больших площадей, наиболее эффективной будет сетевая система дренажа. Возможно применение закрытого дренажа, что повысит экономическую отдачу от использования территории путем укрупнения контуров сельскохозяйственных угодий. На первой надпойменной террасе осушение болот наиболее рационально увязывать с понижением уровня воды в реке, углубляя и спрямляя русло, не применяя технических сооружений на самих болотных массивах.

Итак, при освоении больших болотных массивов необходимо обращать внимание на историю развития этих генетически разнородных природных образований. При картировании болот следует рассматривать их в системе более крупных природных комплексов, расчленяя внешне единые большие массивы на отдельные участки, происхождение и особенности развития которых бывают различными. Этим положением нужно руководствоваться и в практике, что повысит экономический эффект от мелнорируемых территорий при имеющихся технических разработках. Кроме того, это обеспечит большую долговечность инженерных сооружений и упростит управление процессами регулирования увлажнения территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС.— М., 1981.

Поступила в редакцию  
11.03.82.

Кафедра физической географии СССР

УДК 631.884.633.11

*Н. П. ИВАНОВ, И. Е. СКУРКО,  
М. К. ТИМОШЕНКО, Э. В. КРУПНОВА*

### ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Положительное влияние калийных удобрений на урожай и качество зерна общеизвестно [1—3]. Под зерновые культуры в настоящее время и в перспективе будут вноситься в основном хлорсодержащие калийные удобрения. Следует отметить, что хлор отрицательно влияет на процессы поглощения питательных веществ из почвы и на обмен веществ в растительном организме [4]. Это, в свою очередь, ведет к понижению урожая сельскохозяйственных культур, ухудшению его качества. При правильном регулировании условий питания растений можно изменить соотношение в поступлении калия и хлора в растения из вносимых удобрений и тем самым повысить эффективность хлорсодержащих калийных туков. Так, вегетационные опыты показали, что по мере увеличения концентрации нитрат- и фосфат-ионов в питательной смеси поступление хлора в растения значительно снижается [5]. Можно предположить, что и в полевых условиях повышение дозы азотных удобрений, а также изменение сроков их внесения снизит поступление хлора в рас-

тения. Целью наших исследований и явилось изучение влияния различных доз азотных удобрений, а также сроков их внесения. Для проведения полевых опытов выбирались мелнирированные дерново-подзолистые почвы, нуждающиеся в известковании и во внесении минеральных и органических удобрений. Для этих почв характерно резкое несоответствие между низким эффективным и высоким потенциальным плодородием [6]. Почвы содержат довольно большое количество гумуса, реакция среды их кислая. Почвы нашего опытного участка на экспериментальной базе «Жодино» БелНИИЗ Минской области характеризовались следующими агрохимическими показателями: рН (КС) 5,5, гидролитическая кислотность 2,67, сумма поглощенных оснований 5,23 мг-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 66,2 %, содержание хлора 0,953 мг-экв. на 100 г почвы (0,034 %), содержание подвижных форм фосфора и калия 9,7 и 11,64 мг на 100 г почвы соответственно. После внесения удобрений и известкования почвы доломитовой мукой в дозе 5 т/га из расчета 0,75 гидролитической кислотности почвенные показатели заметно улучшились (отбор образцов проводился весной), рН 5,8, гидролитическая кислотность 1,54 мг-экв. на 100 г почвы, увеличилась сумма поглощенных оснований (7,07 мг-экв. на 100 г почвы), степень насыщенности основаниями составила 82,1 %, содержание подвижных форм фосфора и калия также возросло (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>— 17,82, K<sub>2</sub>O— 20,17 мг на 100 г почвы).

Озимая пшеница сорта Мироновская 808 высевалась в течение 1975—1977 гг. Способ сева узкорядный, норма высева 2,3 ц/га семян первого класса. Минеральные удобрения вносились в основную заправку почвы и в подкормку растений в виде N<sub>a</sub> (аммиачная селитра), P<sub>c</sub> (простой суперфосфат), K<sub>k</sub> (40 % калийная соль) и K<sub>c</sub> (сульфат калия) по схеме (табл. 1). Подкормку растений проводили дважды: в апреле (фаза кушения растений), в конце мая (фаза выхода растений в трубку).

Таблица 1

Влияние удобрений на морфо-физиологические показатели растений пшеницы. Стадия колошения (7-лист)

Варианты	Высота растений, см		Число побегов в кусте		Площадь листа, см <sup>2</sup>		Хлорофилл a+b, мг/см <sup>2</sup> ·10 <sup>-2</sup>	
	K <sub>c</sub>	K <sub>k</sub>	K <sub>c</sub>	K <sub>k</sub>	K <sub>c</sub>	K <sub>k</sub>	K <sub>c</sub>	K <sub>k</sub>
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +5 т/га д. м. * + +15 т/га компоста фон)+N <sub>30</sub>	107,85		1,90		12,83		2,820	
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	113,00	110,10	1,95	1,60	16,71	13,65	3,974	2,454
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	124,40	118,63	2,40	1,82	21,00	16,36	3,575	2,862
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> + K <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	106,10	106,90	1,85	1,88	15,10	12,26	3,357	2,629
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	114,60	107,50	2,20	2,00	16,27	14,61	3,733	3,339
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> + N <sub>30</sub> K <sub>180</sub> + N <sub>30</sub>	115,40	119,13	2,18	2,43	16,53	18,66	3,848	4,110

\* Доломитовая мука. То же в табл. 2—4.

\*\* Подкормка в апреле. То же в табл. 2—4.

\*\*\* Подкормка в конце мая. То же в табл. 2—4.

Учетная площадь опытных делянок 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Уборку и учет урожая проводили поделяночно. В ходе вегетации растений снимали морфо-физиологические показатели. Внесение калийных удобрений приводит к увеличению роста стебля, повышению кустистости, увеличению площади листа, что весьма важно, так как развитие максимально большого листового аппарата зерновых культур в кратчайшие сроки и сохранение его активного состояния наиболее продол-

Таблица 2

## Влияние удобрений на урожай зерна озимой пшеницы Мирновская-808

Варианты	Урожай зерна, ц/га								Прибавка				Эффектив- ность $K_K$ , % от $K_C$	Содержание хлора в зерне, мг. %		Коэффициент относитель- ного угле- нения хлора
	1975		1976		1977		среднее		ц/га	%	ц/га	%		$K_C$	$K_K$	
	$K_C$	$K_K$	$K_C$	$K_K$	$K_C$	$K_K$	$K_C$	$K_K$	$K_C$		$K_K$					
$N_{30}P_{60}+5$ т/га д. м. * + 15 т/га комп. (фон) + $N_{30}^{***}$	23,4		40,0		27,9		30,4						0,197			
$N_{30}P_{60}K_{180} + N_{30}^{***}$	24,2	23,1	43,8	41,3	30,1	29,1	32,7	31,2	2,3	7,5	0,8	2,5	95,4	0,198	0,214	0,048
$N_{60}P_{60}K_{180} + N_{30}^{***}$	26,6	25,4	45,1	44,5	31,8	31,4	34,5	33,8	1,8	5,5	2,6	8,3	98,0	0,189	0,198	0,021
$N_{30}P_{60} + K_{180}^{**} + N_{30}^{***}$	23,6	23,5	43,6	42,1	29,9	29,5	32,4	31,7	-2,3	-1,1	0,5	1,5	97,8	0,195	0,211	0,022
$N_{30}P_{60}K_{180} + N_{30}^{**} + N_{30}^{***}$	33,0	32,2	45,8	45,3	32,4	32,0	37,1	36,5	4,4	13,4	5,3	16,9	98,4	0,199	0,200	0,016
$N_{30}P_{60} + N_{30}K_{180}^{**} + N_{30}^{***}$	33,4	33,0	46,1	46,0	32,5	32,2	37,3	37,1	4,6	14,1	5,9	18,9	99,5	0,197	0,205	0,005
м, %	2,76		0,27		0,83											
$HCP_{0,95}$ , ц/га	3,36		0,45		0,96											

Влияние минеральных удобрений на белковость зерна пшеницы

Таблица 3

Варианты	Белок, %						Сбор, ц/га		Прибавка				Эффективность калийной соли, % от сульфата калия	Коэффициент относительного угнетения хлора
	1975		1976		среднее				ц/га	%	ц/га	%		
	K <sub>с</sub>	K <sub>к</sub>												
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +5т/га д. м.*+15т/га комп.(фон)+N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	9,9		11,4		10,7		2,96							
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	10,4	9,8	12,3	11,5	11,3	10,7	3,38	3,06	0,42	14,2	0,10	3,4	90,5	0,095
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	10,1	10,2	13,0	12,5	11,5	11,3	3,65	3,49	0,27	8,0	0,43	14,0	95,6	0,044
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +K <sub>80</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	10,1	9,9	11,6	11,4	10,8	10,7	3,22	3,11	-0,16		0,05	1,6	96,6	0,034
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	10,6	10,6	12,9	12,8	11,7	11,7	3,98	3,91	0,60	17,8	0,85	27,8	98,2	0,018
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +N <sub>30</sub> K <sub>180</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	10,0	9,7	12,6	12,4	11,3	11,0	3,87	3,74	0,49	14,5	0,68	22,2	96,6	0,034

Влияние минеральных удобрений на содержание крахмала в зерне пшеницы Мироновская-808

Таблица 4

Варианты	Крахмал, %						Сбор, ц/га		Прибавка				Эффективность калийной соли, % от сульфата калия	Коэффициент относительного угнетения
	1975		1976		среднее				ц/га	%	ц/га	%		
	K <sub>с</sub>	K <sub>к</sub>												
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +5т/га д. м.*+15т/га комп.(фон)+N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	72,79		74,05		73,42		20,34							
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	74,37	72,22	74,78	73,93	74,57	73,58	22,33	21,04	1,99	9,8	0,70	3,4	94,22	0,058
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	75,27	74,05	73,53	73,21	74,40	73,63	23,61	22,74	1,28	5,7	1,70	8,1	96,31	0,037
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +K <sub>180</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	72,94	72,45	73,78	73,16	73,36	72,80	21,84	21,13	-0,49	3,8	0,09	0,43	96,75	0,032
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub> +N <sub>30</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	76,74	76,08	72,94	72,99	74,84	75,53	25,48	25,22	3,15	14,1	4,18	19,9	98,98	0,010
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> +N <sub>30</sub> K <sub>180</sub> <sup>**</sup> +N <sub>30</sub> <sup>***</sup>	77,21	77,32	73,61	73,51	75,41	75,44	25,80	25,66	3,47	15,5	4,62	21,9	99,46	0,005

жительное время создают благоприятные условия для синтеза органических веществ и тем самым повышают коэффициент солнечной радиации [7].

При внесении двойных доз азотных удобрений, а также изменении сроков их внесения в определенной степени удается снизить ингибирующее действие хлора калийной соли, повысить ее эффективность по исследуемым показателям. То же можно отметить и в отношении накопления хлорофилла. Так, максимальный эффект по калийной соли достигается при совместном внесении калийных и азотных удобрений в подкормку ранней весной (см. табл. 1).

Исходя из данных табл. 2, можно заключить, что различные формы калийных удобрений неравноценно влияли на урожай зерна озимой пшеницы. Сульфат калия давал прибавку 2,3 ц/га (7,5%), калийная соль приводила лишь к весьма незначительному повышению урожайности. При внесении двойных доз азота в основную заправку по обеим формам калийных удобрений отмечено более значительное повышение урожая; содержание хлора в зерне при этом уменьшалось.

При внесении калийных удобрений в подкормку на фоне  $N_{30}P_{60} + N_{30}$  урожай зерна несколько снижался по сравнению с предшествующим вариантом. Наиболее оптимальным явилось дробное внесение азотных туков, а также совместное внесение азота и калия в подкормку. При этом урожай зерна достигал по сульфату калия 37,1—37,3 ц/га, что составило прибавку 4,4—4,6 ц/га соответственно, а по калийной соли — 36,4—37,1 ц/га (прибавка 5,3—5,9 ц/га).

Итак, варьируя дозы азотных туков, а также сроки их внесения, можно в значительной степени повысить эффективность калийной хлорсодержащей соли. Снижение коэффициента относительного угнетения хлор-иона свидетельствует о снижении отрицательного влияния хлора калийных туков на растения в результате повышения вносимых доз азотных удобрений и применения подкормок, которые проводятся в период наибольшей потребности растений в азотном питании.

Наряду с повышением урожайности улучшается и качество зерна, в частности, увеличивается процентное содержание белка (табл. 3). Удвоение дозы азотных удобрений в полном минеральном питании в определенной степени снимает токсическое влияние хлора. Но наиболее эффективным является дробное внесение азотных туков как по сульфату, так и по хлориду калия (вариант 5). Прибавка сбора белка в данном случае по сульфату калия составила 0,60 ц/га (17,8%), а по калийной соли — 0,85 (27,8%). Повышение дозы азота в полном минеральном удобрении положительно влияло и на валовой сбор крахмала в зерне (табл. 4).

Наиболее существенное повышение содержания крахмала наблюдается при совместном внесении азотных и калийных удобрений в подкормку.

Таким образом, можно рекомендовать внесение азотных удобрений под пшеницу на мелиорированных дерново-подзолистых суглинистых почвах по схеме  $N_{30}P_{60} + N_{30}K_{180}$  в конце апреля +  $N_{30}$  в конце мая и  $N_{30}P_{60}K_{180} + N_{30}$  в конце апреля +  $N_{30}$  в конце мая, что позволит получить высокие урожаи зерна хорошего качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Полова Р. Н., Мочалова А. Д.— Бюл. ВИУА, 1971, № 12, с. 3.
2. Ерохина Т. Н. и др.— Бюл. ВИУА, 1974, № 17, с. 32.
3. Рупошева Г. В., Прокошев В. В.— Агротехника, 1975, № 12, с. 24.
4. Гончарик М. Н. Физиологическое влияние хлора на растения.— Минск, 1968, с. 250.
5. Иванов Н. П.— Докл. АН БССР, 1968, т. 12, № 2, с. 162.
6. Почвы Белорусской ССР.— Минск, 1974, с. 311.
7. Грищенко В. В., Зазимко В. В.— Изв. ТСХА, 1981, № 1, с. 23.

# Краткие сообщения

УДК 771.5+546.851

Т. М. ЛЕОНОВА, Г. А. БРАНИЦКИЙ

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ФОТОСЛОЕВ НА ОСНОВЕ ЙОДИДА СВИНЦА В СВЯЗУЮЩЕМ

К настоящему времени разработаны различные методы приготовления фотографических материалов, в которых функцию светочувствительного вещества выполняет йодид свинца [1].

Установлено, что на слоях, приготовленных путем конденсации паров  $PbJ_2$  на металлические подложки (Ag, Cu, Zn и др.) в вакууме, образование видимого изображения происходит при их непосредственной засветке ультрафиолетовым (УФ) светом [2]. В [3] описаны фотослои, в которых металл в виде тонкой островковой пленки осажден на пленку  $PbJ_2$ . При действии на такие слои УФ светом происходит фотолиз, приводящий к дезактивации частиц металла за счет их взаимодействия с фотодырками по отношению к реакции осаждения серебра из раствора физического проявителя (ФП). За счет осаждения серебра из раствора на необлученные участки слоя образуется позитивное изображение.

При определенных режимах получения слоев металл (Ag, Cu, Sn) — галогенид ( $PbJ_2$ ,  $TlCl$ ,  $TlBr$ ,  $CdJ_2$ ) в вакууме они становятся чувствительными не только к УФ, но и к видимому свету с  $\lambda \leq 550$  нм, причем в варианте с серебряным и медным проявлением на них возможно получение не только позитивных, но и негативных видимых изображений [4].

Учитывая сложность изготовления  $PbJ_2$ -слоев методами вакуумной технологии, предпринимались попытки их приготовления путем полива на подложки эмульсий, содержащих различные добавки [1, 5]. Однако чувствительность таких слоев обычно оказывалась ниже, чем приготовленных испарением в вакууме (0,015—0,02 см<sup>2</sup>/μ Дж [1]).

В настоящей работе рассматриваются йодидно-свинцовые фотослои в связующем, для которых характерна достаточно высокая светочувствительность при их обработке после экспонирования в растворе физического серебряного проявителя\*.

При синтезе эмульсии на основе йодида свинца использовалась реакция обменного взаимодействия ацетата свинца и йодистого калия в водном растворе поливинилового спирта (ПВС) в присутствии ОП-7 — неионогенного поверхностно-активного вещества (ПАВ). При этом наилучшие фотографические характеристики достигались в тех случаях, когда содержание компонентов эмульсии составляло  $5 \cdot 10^{-3}$  М/л  $Pb(CH_3CO_2)_2$ ,  $1 \cdot 10^{-2}$  М/л КJ, 60 г/л ПВС и 0,8 г/л ОП-7.

Чувствительность слоев к свету существенно повышалась, если в их состав вводилась аскорбиновая кислота в количестве  $1 \cdot 10^{-4}$  —  $2,2 \cdot 10^{-4}$  М/л, которая, по данным [1], выполняет функцию химического сенсбилизатора.

\* Для приготовления ФП раствора А (5 г/л метола и 20 г/л лимонной кислоты) и Б (50 г/л  $AgNO_3$ ) смешивали в соотношении А : Б = 5 : 1.

Важно отметить, что слои без ОП-7 или при добавлении в них других неионогенных ПАВ (СВ-104) или анионных ПАВ (СВ-101, СВ-1147) получают несветочувствительными.

Исходная эмульсия для полива имеет желто-зеленый цвет и при ее высыхании на поверхности стекла образуется прозрачный слой такой же окраски с оптической плотностью ( $D_0$ ), не превышающей 0,07—0,08.

При экспонировании слоев видимым светом (лампа накаливания с освещенностью  $10^3$ — $10^4$  лк) через ступенчатый клин в течение 30 с при комнатной температуре в них образуются центры скрытого изображения (СИ), осаждение серебра на которые из раствора ФП приводит к образованию черного негативного изображения. Для варианта слоя, не содержащего добавки аскорбиновой кислоты, светочувствительность  $S_{0,2}$  составляет  $(2-9) \cdot 10^{-6}$  лк $^{-1} \cdot$ с $^{-1}$ ;  $D_0 \approx 0,04-0,06$ ;  $D_{\max} \sim 2$ ,  $\gamma - 1,4-2,0$ . Светочувствительность слоев, содержащих аскорбиновую кислоту, заметно выше:  $S_{0,2} \sim 2,4 \cdot 10^{-4}-5 \cdot 10^{-5}$  лк $^{-1} \cdot$ с $^{-1}$ , другие сенситометрические характеристики этих слоев мало отличаются от соответствующих характеристик предыдущих слоев ( $D_0 \sim 0,04-0,06$ ;  $D_{\max} \sim 2,3$ ,  $\gamma - 0,9-2,3$ ).

Установлено, что светочувствительность изучаемых фотослоев зависит от ряда факторов: времени их хранения (выше для слоев, свойства которых изучались спустя 6—12 месяцев после их приготовления), добавок восстановителей, вводимых в эмульсию на стадии их приготовления, а также от температуры прогрева. Прогрев несенсибилизированных фотослоев перед экспонированием при 50—125 °С в течение 0,5—1 ч повышает их светочувствительность от  $2,0 \cdot 10^{-6}-9,0 \cdot 10^{-6}$  до  $1,6 \cdot 10^{-5}-2,6 \cdot 10^{-5}$  лк $^{-1} \cdot$ с $^{-1}$ . Интересно, что прогрев фотослоев, содержащих аскорбиновую кислоту, делает их совершенно нечувствительными к видимому свету.

Фотографические характеристики разработанного материала хорошо воспроизводятся, независимо от времени его хранения (опыты проводились со слоями, хранившимися на воздухе в темноте в течение трех лет). В слоях хорошо сохраняются также центры СИ: слои могут быть проявлены как сразу, так и спустя пять—семь дней после экспонирования. Изображение проявляется и через месяц после экспонирования слоев, однако достигаемые при этом значения оптической плотности обычно не превышают 0,15.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Jacobs J. H., Corrigan R. A.— J. Photogr. Sci., 1973, v. 21, p. 193.
2. Костышин М. Т., Михайловская Е. В., Романенко Т. Ф.— Физика твердого тела, 1966, т. 8, № 2, с. 571.
3. Малиновский И. Р. А. с. 12076 (НРБ), 1972.
4. Браницкий Г. А., Рахманов С. К., Рагойша Г. А., Свиридов В. В.— Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр., 1977, т. 22, № 6, с. 457.
5. Pangelova N., Pancheva H., Katsev A., Petrova T., Tomova N.— J. Signalaufzeichnungsmater., 1979, B. 7, S. 289.

Поступила в редакцию  
25.01.82.

НИИ ФХП

УДК 541.123.34 : 621.3.027.3

В. Ф. СКУМС, А. С. СКОРОПАНОВ, Р. Л. ПИНК,  
Ю. С. МАСЛЕНКО, А. А. КУЛИЕВ, А. А. ВЕЧЕР,  
Б. Л. ВАЛЕВСКИЙ, И. С. БЕЛОУСОВ, М. Б. БАБАНЛЫ

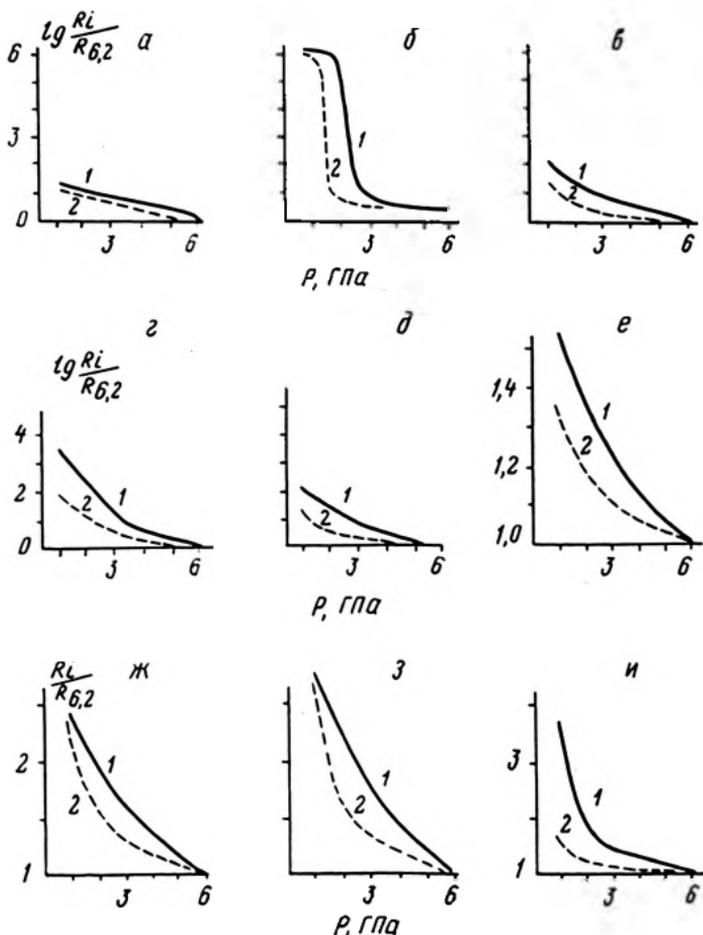
#### ФАЗА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ $TiGaSe_2$

Исследование характера межчастичного взаимодействия в системах  $Tl_2Te(Se) - Ga_2(In_2)Te_3(Se_3)$ ,  $Te_2Se(S) - Cu_2Se(S)$ ,  $Tl_2Te - Pb(Sn)Te$  [1, 2] привело к установлению существования ряда конгруэнтно плавящихся тройных интерметаллических соединений:  $TiGaTe_2$ ,  $TiGaSe_2$ ,  $TlInTe_2$ ,  $TlInSe_2$ ,  $TiCuSe$ ,  $TiCuS$ ,  $Tl_4PbTe_3$  и  $Tl_4SnTe_3$  с полупроводниковым типом проводимости. Анализ структур перечисленных халькогени-

дов показывает, что они являются относительно «рыхлыми» и приложение сверхвысоких давлений (СВД) может инициировать протекание в них твердофазных процессов, ведущих к переходу этих соединений в более плотные структурные формы. Следует отметить, что перечисленные интерметаллиды таллия в условиях СВД ранее не исследовались, имеется лишь несколько работ, посвященных изучению влияния сверхвысоких давлений на многокомпонентные теллуридные и селенидные системы. Кроме научного интереса к свойствам конденсированной фазы в сильно сжатом состоянии, исследования такого рода имеют и определенное практическое значение для оценки перспективности получения новых халькогенидных фаз, а также для поиска новых, высокоэффективных калибраторов камер синтеза сверхтвердых материалов.

Целью настоящей работы явилось исследование при комнатной температуре влияния СВД (до 6,2 ГПа) на интерметаллические соединения состава:  $TlGaTe_2$ ,  $TlGaSe_2$ ,  $TlInTe_2$ ,  $TlInSe_2$ ,  $TlCuSe$ ,  $TlCuS$ ,  $Tl_4PbTe_3$  и  $Tl_4SnTe_3$ , а также  $Tl_2Se$ .

Халькогениды синтезировались сплавлением необходимых количеств металлов в вакуумированных кварцевых ампулах с последующим длительным двухступенчатым гомогенизирующим отжигом. Идентификация соединений проводилась рентгенографически и термографически. Исследовались предварительно спрессованные в таблетки порошки интерметаллидов.



Изменение электросопротивлений  $Tl_2Se$  (а),  $TlGaSe_2$  (б),  $TlGaTe_2$  (в),  $TlInSe_2$  (г),  $TlInTe_2$  (д),  $CuTlSe$  (е),  $CuTlS$  (ж),  $Tl_4PbTe_3$  (з),  $Tl_4SnTe_3$  (и) при сжатии (1) и декомпрессии (2)

Экспериментально изучалось изменение электросопротивления халькогенидов при их компрессии и декомпрессии. В опытах применялись полуавтоматический потенциометр постоянного тока Р363/2, аппарат твердофазной техники СВД, наковальня с лункой типа «тороид» [3] и прессовая установка ДО — 137А. Выполнялось по 15—20 измерений на 4—5 образцах каждого халькогенида.

Зависимость от давления логарифма отношений электросопротивлений материалов:  $\lg \frac{R_i}{R_{6,2}} = f(P)$  или просто отношений  $R_i/R_{6,2}$  представлены на рисунке, где  $R_i$  сопротивление при давлении  $P_i$ , а  $R_{6,2}$  — при 6,2 ГПа. Как следует из хода кривых, повышение давления до 6,2 ГПа или уменьшение его от данной величины для всех исследуемых соединений, за исключением  $TlGaSe_2$ , сопровождается монотонным изменением электросопротивления. Такой вид зависимости свидетельствует об отсутствии в рассматриваемых интерметаллидах в диапазоне давлений 1—6,2 ГПа твердофазных превращений первого рода стимулированных давлением. Для  $TlGaSe_2$  наблюдается несколько иная картина, при сжатии и декомпрессии материала его электросопротивление изменяется скачкообразно (на шесть порядков) в относительно малом интервале давлений:  $2,1 \pm 0,2$  и  $1,3 \pm 0,1$  ГПа соответственно. Это обусловлено, вероятно, полиморфным переходом этого соединения из одной фазы в другую, вызываемым действием давления. Превращение  $TlGaSe_2$  является обратимым: резкое падение  $R_i$  при  $2,1 \pm 0,2$  ГПа свидетельствует, по-видимому, об утрате материалом полупроводникового и приобретении металлического типа проводимости при росте давления, а повышение  $R_i$  при  $1,3 \pm 0,1$  ГПа до первоначального значения при декомпрессии указывает, вероятно, на восстановление его электрических характеристик. Обратимый характер зафиксированного процесса подтверждается результатами рентгенофазового анализа  $TlGaSe_2$ , обработанного давлением в пределах 2,5—2,8 ГПа: штрих-диаграммы таких образцов, полученные на дифрактометре ДРОН-2 с использованием  $CuK_\alpha$  излучения, характеризуются наличием линий только исходной фазы.

Падение электросопротивления  $TlGaSe_2$  в интервале давления 1,9—2,3 ГПа при сжатии намного превышает аналогичное изменение, зафиксированное нами для висмута в тех же экспериментальных условиях при 2,5 ГПа (не более чем в три-четыре раза), который является общепризнанным калибрантом камер высокого давления [4]. Это обстоятельство позволяет рекомендовать пользоваться для повышения точности измерений в качестве реперного материала  $TlGaSe_2$  вместо висмута.

Таким образом, результаты настоящего исследования позволяют сделать вывод о том, что из группы изученных многокомпонентных халькогенидов таллия только  $TlGaSe_2$  характеризуется наличием фазы высокого давления. Однако полиморфная модификация высокого давления соединения  $TlGaSe_2$  стабильна при комнатной температуре только при давлении выше 2—2,5 ГПа. Выяснение структурной формы этой модификации и путей ее стабилизации требует дополнительных исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабанлы М. Б., Кулнев А. А. — Изв. вузов СССР. Сер. хим. и хим. технология, 1976, т. 19, № 9, с. 1316.
2. Абишов В. Т., Бабанлы М. Б., Кулнев А. А. Изв. вузов СССР. Сер. хим. и хим. технология, 1978, т. 21, № 5, с. 630.
3. Литвин Ю. А., Севрюков О. Н. — В сб.: Эксперимент и техника высоких газовых и твердофазовых давлений. М., 1978, с. 172.
4. Occurate Characterization of The High Pressure Environment. Nat. Bur. Stand. (U. S.), Spec. Publ., 1971, № 326, p. 313.

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ В БЕЛОРУССИИ (Минск, 9—10 декабря 1982 г.)

Научно-методическое совещание по фенологии растений, животных и различных параметров неживой природы Белоруссии проходило в год, ознаменованный важным историческим событием — 60-летием образования СССР. Поставленные XXVI съездом КПСС задачи дальнейшего повышения эффективности производства на основе осуществления научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства требуют от фенологов страны решения наиболее актуальных проблем, связанных с рациональным использованием и охраной окружающей среды. Фенология в настоящее время, имея свои задачи и методы исследований, перестала быть вспомогательной наукой, она оформилась в научную дисциплину, способствующую разрешению ряда вопросов производства.

Совещание было организовано фенологическими комиссиями Географического и Ботанического обществ БССР, которые возглавляют соответственно кандидат географических наук П. А. Ковриго и старший научный сотрудник Э. П. Ярошевич. Большая помощь в проведении совещания была оказана кафедрой физической географии СССР Белгосуниверситета имени В. И. Ленина.

В задачу совещания входило подведение итогов проделанной работы в области фенологии растений и животных и определение задач и путей дальнейшего развития фенологической науки.

В работе совещания приняло участие 80 человек — ученые, педагоги, специалисты в области ботаники, зоологии, географии, экологии, агрометеорологии, защиты растений и охраны природы, представляющие 10 научно-исследовательских учреждений, вузов, заповедников, лесхозов, школьных лесничеств и станций юных натуралистов республики. С докладами выступили крупные фенологи Ленинграда, Красноярска, Москвы и Казани.

На двух секционных заседаниях было заслушано и обсуждено более 60 докладов. Совещание открыл один из организаторов фенологических исследований в БССР академик АН БССР И. Д. Юркевич, который проанализировал историю развития фенологических исследований в республике, отметил теоретическую и практическую значимость фенологических наблюдений, остановился на дальнейших задачах, стоящих перед фенологами.

На пленарном заседании от фенологической комиссии Географического общества СССР выступила К. Р. Богоявленская, которая доложила о фенологической изученности Белоруссии и отметила задачи развития добровольной фенологической сети. О принципах изучения фенофаза развития растений сообщил И. Н. Елагин (Институт леса и древесины СО АН СССР, Красноярск). Н. В. Шкутко остановился на значении фенологии в интродукции хвойных растений (ЦБС АН БССР). Об аспектах изучения миграции птиц и определения экологического мониторинга насекомых рассказали доктора биологических наук М. С. Долбик и В. П. Приставко (Институт зоологии АН БССР). Особенности сезонной ритмики ландшафтов Белоруссии при экстремальных условиях погоды осветил кандидат географических наук П. А. Ковриго.

На совещании отмечено, что фенологами и метеорологами республики накоплен значительный материал многолетних наблюдений за сезонным развитием сельскохозяйственных растений, древесных, кустарниковых и травянистых растений лесных фитоценозов, различных видов млекопитающих, птиц и рыб, вредителей и болезней сельскохозяйственных растений и др.

В Белоруссии за последнее десятилетие проделана большая работа по развертыванию сети фенологических наблюдений. По единой методике, разработанной лабораторией геоботаники Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича АН БССР, проводятся эколого-фенологические исследования растений в фитоценозах на биогеоэкологической основе. Большую роль в изучении сезонного развития растений играют заповедники БССР, в тематику научно-исследовательских работ которых включены

Фенологические разделы. Феноматериалы заповедников являются источником составления «Летописи природы» и могут быть основой единой схемы службы мониторинга.

Систематические фенонаблюдения за сельскохозяйственными культурами проводятся Белорусским республиканским управлением по гидрометеорологии и контролю природной среды на 48 метеорологических станциях и 36 постах.

Накоплен большой материал фенонаблюдений ботаническими садами республики (ЦБС АН БССР, а также БГУ имени В. И. Ленина, БТИ имени С. М. Кирова и др.).

Ведущая роль в развитии зоофенологии принадлежит Институту зоологии АН БССР.

Систематические исследования за сезонным развитием растений, животных и явлений неживой природы проводятся руководителями школьных лесничеств и станциями юных натуралистов.

Фитофенологические и зоофенологические материалы исследований приобретают все большее значение и широкое применение в практике сельского, лесного и охотничьего хозяйства.

Большое значение имеют наблюдения, проводимые в 50 пунктах БССР фенологами-корреспондентами на добровольных началах по программе фенологического сектора Географического общества СССР (Ленинград). Для оперативного руководства добровольной фенологической сетью в 1981 г. создана фенологическая комиссия при Географическом обществе БССР (БГУ имени В. И. Ленина).

Совещание отметило, что для плановой постановки и дальнейшего развития фенологических исследований необходимо объединение и координация усилий всех научных учреждений, работающих в области фенологии. Следует интенсивнее развивать комплексные исследования многообразных и взаимосвязанных процессов и явлений, протекающих в геосистемах, для выработки обоснованных рекомендаций различным отраслям народного хозяйства, деятельность которых связана с сезонной ритмикой природы.

**П. А. Ковриго, Э. П. Ярошевич,  
А. Н. Курсков**

УДК 541.12.034.2: 669.083.2

Скумс В. Ф., Валеvский Б. Л., Скоропанов А. С., Вечер А. А., Масленко Ю. С., Пинк Р. Л. Исследование поведения тройных халькогенидов на основе теллурида германия в условиях сверхвысоких давлений.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Исследовано влияние сверхвысоких давлений на электросопротивление соединений системы GeTe — Bi<sub>2</sub>(Sb<sub>2</sub>)Te<sub>2</sub>. Установлено, что при комнатной температуре для всех соединений уменьшение электросопротивления с увеличением давления до 6,2 ГПа носит монотонный характер. Показано, что, по сравнению с соединениями системы Sb<sub>2</sub>Te<sub>2</sub> — GeTe, с ростом давления интерметаллиды системы Bi<sub>2</sub>Te<sub>2</sub> — GeTe, обладающие более высоким начальным удельным электросопротивлением, характеризуются большим изменением его, а также ширины запрещенной зоны.

Библ. 5 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 771.534.55

Ажар Г. В., Калентьев В. К., Пансевич В. В., Браницкий Г. А., Биктимиров Р. С. Структурометрические свойства галогенидосеребряных пленок с уменьшенным содержанием серебра при использовании медных физических проявителей.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Показано, что при обработке в растворах медных физических проявителей с различными восстановителями галогенидосеребряных фотопленок с уменьшенным содержанием серебра могут быть достигнуты такие же структурометрические характеристики, как у полносеребряных аналогов, обработка которых включает обычное проявление и фиксирование.

Библ. 3 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 621.315.592.4+546.73: 546.654

Лубкина И. Я., Кононюк И. Ф. Электрические свойства сложных оксидов (La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>)FeO<sub>3</sub>.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Исследованы электропроводность и коэффициент Зеебека сложных оксидов (La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>)FeO<sub>3</sub> при x=0—1 в интервале температур 20—600 °С. С увеличением x от 0 до 0,5—0,8 электропроводность повышается на 7—8 порядков. В области температур 350—550 °С имеет место переход от полупроводниковой проводимости к металлической.

Библ. 8 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 771.534.55+772/773

Ажар Г. В., Гаевская Т. В., Рогач Л. П., Сташенок В. Д., Шевченко О. А. Особенности усиления серебряного изображения на различных типах фотоматериалов в никель-боргидридном физическом проявителе.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Показана возможность усиления в растворе никель-боргидридного физического проявителя слабого серебряного изображения на галогенидосеребряных фотопленках с уменьшенным (в 10 раз) содержанием серебра. Благодаря сверхпропорциональному характеру усиления малых серебряных плотностей (от 0,01 до 0,20) возможно получение безувальных изображений с визуализацией деталей, имевших в исходном изображении низкую оптическую плотность и контраст. При использовании усиления светочувствительность малосеребряных фотопленок может достигать и даже превышать светочувствительность по сравнению с их полносеребряными аналогами.

Библ. 2 назв., табл. 1, ил. 3.

УДК 539.219.3+541-16

Покровский И. И., Лугаков Н. Ф. Самодиффузия меди в тноарсените меди (I).— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

С помощью радиоактивного изотопа Cu<sup>64</sup> методом интегрального остатка исследована самодиффузия меди в тноарсените меди (I) (теинантите) состава Cu<sub>12</sub>As<sub>4</sub>S<sub>13</sub>. Температурная зависимость коэффициента самодиффузии описывается уравнением  $D = (1,95 \pm \frac{1,00}{0,66}) \cdot 10^{-3} \exp\{(-9830 \pm 480)/RT\} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  в интервале температур 200—450 °С. В ряду соединений с общей приблизительной формулой Cu<sub>2</sub>ЭS<sub>3</sub> (где Э — As, Sb и Bi) коэффициенты самодиффузии меди увеличиваются, а энергия активации уменьшается при переходе от мышьяка к висмуту.

Библ. 13 назв., ил. 2.

УДК 547.415.3

Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип, Нахар Саумен. Взаимодействие ацеталей 2-алкил-2-формилоксиранов с некоторыми нуклеофильными реагентами.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Исследована реакция диэтилацеталей 2-этил- и 2-изопропил-2-формилоксиранов со спиртами, фенолом и бутилмеркаптаном в присутствии каталитических количеств щелочи. Показано, что раскрытие оксиранового цикла указанными реагентами идет структурно избирательно со стороны незамещенного атома углерода с образованием ацеталей 2-алкил-2-оксн-3-алкокси (фенокси, меркапто) пропаналя, с выходом 67—82 %.

Библ. 4 назв., табл. 2.

УДК 547.442.5

Сытин В. Н., Тищенко И. Г., Субоч В. П., Красовская Л. И. Об одной ошибочной трактовке строения продукта реакции халкона с орто-нитроанилином.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Установлено строение продукта конденсации халкона с о-нитроанилином в щелочной среде, являющегося 5-(о-нитроанилино)-4-бензоил-1,3,5-трифенил-1-пентаионом, которому ранее в химической литературе приписывалось строение N,N-бис-( $\alpha$ -фенацил-бензил)-о-нитроанилина. Показано, что амфодикетон в присутствии кислотных катализаторов подвергается распаду по типу ретроальдольного с образованием 1,3,5-трифенил-1,5-пентадиона, бензальдегида и о-нитроанилина.

Приведены данные ИК, ПМР-и масс-спектров амфодикетона и бензальдиацетофенона.

Библ. 6 назв.

УДК 582.4/9+581.9

Сауткина Т. А., Сауткина Н. И. Род *Eriobium* L. во флоре Белоруссии.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Приведены уточненные и дополненные сведения о видовом составе кипреев Белоруссии. Дан составленный авторами ключ, в основу которого положены вновь выявленные таксономические признаки. Новый ключ позволяет значительно упростить диагностику видов кипреев, распространенных на территории Белоруссии.

Библ. 17 назв.

УДК 577.472(28) : 591.524.11

Бабицкий В. А. Экологические группировки донной микрофауны в трех озерах разного типа.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Рассматриваются вопросы, связанные с изучением видового состава и количественного развития разных экологических группировок микрозообентоса (постоянные компоненты, молодь макробентических животных и донные стадии в жизненных циклах пелагических беспозвоночных) в мезотрофном оз. Нарочь, эвтрофном оз. Мясро и высокоэвтрофном оз. Баторин (БССР). Показано, что с возрастанием уровня трофики видовое разнообразие экологических группировок донной микрофауны в озерах закономерно снижалось. Приведены данные о количественном развитии экологических групп макробентических животных по сезону и на разных типах доших осадков. Количественное развитие как отдельных групп, так и микрозообентоса в целом по озерам существенно различалось и не было связано с уровнем трофики изученных водоемов.

Библ. 10 назв., ил. 1, табл. 3.

УДК 595.324 : 574.583

Камлюк Л. В. Чистая эффективность роста популяций массовых видов ракообразных прудового зоопланктона.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Изучена изменчивость величин ассимилированной пищи на рост (коэффициент  $K_2$ ) в популяциях трех массовых видов ракообразных прудового зоопланктона — *Daphnia longispina* (O. F. Müller), *Bosmina longirostris* (O. F. Müller), *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller) — в зависимости от фазы динамики плотности. Показано, что для практически непотребляемых годовиком карпа популяций мелких видов босмины и цериодафнии максимальные величины коэффициента  $K_2$  отмечаются в фазе начала подъема плотности, минимальные — в фазах пика и спада плотности. Для популяций дафнии, сильно выедаемой годовиком карпа, сопряженности с фазами динамики плотности не обнаружено. Обсуждены причины обнаруженных закономерностей.

Библ. 14 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 591.5 : 595.768.2

Шалапенко Е. С., Запольская Т. И. Структура комплекса долгоносиков древесных насаждений и сопредельных биотопов.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Изучены видовая и количественная структура долгоносиков крон древесно-кустарниковых пород, лесного травостоя и посевов сельскохозяйственных культур, граничащих с массивами леса. Указаны основные типы и направления сезонных миграций долгоносиков в обследованных местообитаниях.

Библ. 6 назв., табл. 1.

УДК 576.858.9+576.852.24

Сельсков А. Н. Лизогения низинобразующих штаммов молочнокислых стрептококков.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Изучена лизогенность 34 низинобразующих штаммов *Str. lactis* и 125 штаммов молочнокислых стрептококков различных видов, не продуцирующих низины. Из 10 выделенных лизогенных культур 8 являлись продуцентами низина. Выделенные умеренные бактериофаги поражают до 50 % бактериальных штаммов *Str. lactis*, *Str. cremoris* и *Str. diacetylactis*, что позволяет отнести их к категории фагов с высокой литической активностью. Лизогенные штаммы индуцируются ультрафиолетом и характеризуются сравнительно невысоким спонтанным фоном образования фага.

Библ. 13 назв., табл. 3.

УДК 599.323.4+591.4(497.2)

Атанасов Н. И., Терехович В. Ф. К морфологической характеристике рыжей полевки (*Clethrionomus glareolus pilinus* Wolf, 1940) популяции резервата «В. Коларова» (Болгария) — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Приведены данные изменчивости размеров тела и краниологических признаков рыжей полевки в половом и возрастном аспекте популяции южной части Болгарии. Библ. 9 назв., табл. 2.

УДК 528.9 : 553(476)

Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А., Клементьев В. П. Развитие морфосистемы в Солигорском промышленном районе и ее геоморфологическое картографирование в связи с проблемой рационального природопользования. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Приведены результаты геоморфологического картографирования шахтных полей Старобинского месторождения калийных руд в приложении к задачам рационального природопользования. Библ. 6 назв., ил. 2.

УДК 627.18 : 627.81 : 550.81 : 551.41

Широков В. М., Лопух П. С. Комплексные стационарные исследования формирования искусственных водных ландшафтов (на примере малых водохранилищ БССР). — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

В результате комплексных стационарных исследований установлены особенности развития природы малых речных водохранилищ, выявлены три природные стадии их эволюционного развития: становление, окончательное формирование водоема, отмирание или перерождение озеровидного водоема. В ходе изучения развития аквальных ландшафтов малых водохранилищ получены некоторые новые положения эволюции искусственных водоемов для условий Белоруссии.

Библ. 9 назв.

УДК 556.166/167+556.004.65

Базыленко Г. М., Бычук С. В., Ошерева Т. Г. Изменение основных гидрографических характеристик и водного режима бассейна реки Цны под влиянием мелиорации. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Установлено изменение гидрографических характеристик и водного режима бассейна р. Цны (приток р. Припять) под влиянием хозяйственной деятельности. Значительное увеличение стока (средний годовой на 59, максимальный на 60, минимальный на 128 %) обусловлено интенсивной осушительной мелиорацией (1968—1980).

Библ. 6 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 551.794 : 561.581

Богдель И. И. Изменение растительного покрова Белоруссии в раннем голоцене. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

На основании материалов палинологического изучения разрезов озерных отложений и торфяников прослежена история развития растительного покрова Белоруссии в раннем голоцене. Установлено, что в пребореальном периоде растительный покров отличался однообразием, а в бореальном началась его дифференциация в зависимости не только от зональных, но и от провинциальных и местных факторов.

Библ. 11 назв., ил. 2.

УДК 551.481.2.626.86

Василевская М. К., Глазкова Л. Н. Влияние осушительных мелиораций на качественный состав некоторых луговых фитоценозов. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Установлено, что содержание марганца, меди, цинка, бора минимально в болотных растениях, произрастающих на торфяно-болотных почвах. Количество микроэлементов в растительности лугов различных типов, их биологическая урожайность следуют тем же закономерностям. После мелиорации значительно возрастает содержание подвижных в основных формах микроэлементов в почвах, выявлена корреляционная зависимость между их количеством в семях и почвах. Увеличение содержания цинка и марганца в болотной растительности после мелиорации территории является положительным, уменьшение кобальта отрицательным ее последствием.

Библ. 4 назв., табл. 4.

УДК 626.871/873 : 551.8

Мотузко А. Н., Синякова В. Г. Палеогеография болот и ее значение для теории и практики мелиорации. — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

На примере Загальского болотного массива показано, что недостаточный учет полигенетического происхождения болотного массива приводит к снижению эффективности функционирования технических мелиоративных систем. Предлагается при изучении больших болотных массивов учитывать палеогеографические данные, которые помогут выявить особенности развития конкретных участков мелиорируемого массива и выбрать наиболее рациональный метод технического решения регулирования болотных процессов и хозяйственного освоения территорий.

Библ. 1 назв., ил. 2, табл. 1.

## УДК 631.884.633.11

Иванов Н. П., Скурко-И. Е., Тимошенко М. К., Крупнова Э. В. Возделывание озимой пшеницы на мелиорированных дерново-подзолистых почвах.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Изучалось влияние различных доз азотных удобрений и сроков их внесения на эффективность калийной соли при выращивании озимой пшеницы на мелиорированной дерново-подзолистой почве. Показано, что удвоенные дозы азотных туков в полном минеральном питании в определенной степени снижают токсическое влияние хлора калийных удобрений, что проявляется в повышении урожайности, и в улучшении качества зерна. Наиболее эффективным является дробное внесение азотных туков как по сульфату, так и по хлориду калия. Даются рекомендации для производства озимой пшеницы на мелиорированной дерново-подзолистой суглинистой почве.

Библ. 7 назв., табл. 4.

## УДК 771.5+546.851

Леопович Т. М., Браницкий Г. А. Получение и свойства фотослоев на основе йодида свинца в связующем.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

Путем сшивания растворов ацетата свинца и йодида калия, содержащих поливиниловый спирт, получены прозрачные фотослои на основе йодида свинца со следующими сенситметрическими характеристиками (проявление в серебряном физическом проявителе):  $S_{0,2} \sim 2,0 \cdot 10^{-4} - 9,0 \cdot 10^{-6}$  лк<sup>-1</sup>.с<sup>-1</sup>,  $D_{max} \sim 2$ ;  $D_{min} \sim 0,04 - 0,06$ ;  $\gamma \sim 1,4 - 2$ . Прогрев фотослоев повышает их светочувствительность до  $1,6 \cdot 10^{-3} - 2,6 \cdot 10^{-3}$  лк<sup>-1</sup>.с<sup>-1</sup>, а введение в состав слоя аскорбиновой кислоты до  $2,4 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-5}$  лк<sup>-1</sup>.с<sup>-1</sup>.

Библ. 5 назв.

## УДК 541.123.34 : 621.3.027.3

В. Ф. Скумс, А. С. Скоропанов, Р. Л. Пинк, Ю. С. Масленко, А. А. Кулиев, А. А. Вечер, Б. Л. Валевский, И. С. Белоусов, М. Б. Бабаилы. Фаза высокого давления  $TiGaSe_2$ .— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3.

С помощью твердофазной техники высоких давлений при комнатной температуре изучены особенности изменения электросопротивления  $TiGaTe_2$ ,  $TiGaSe_2$ ,  $TiInTe_2$ ,  $TiInSe_2$ ,  $TiCuSe$ ,  $TiCuS$ ,  $Ti_4PbTe_2$ ,  $Ti_4SnTe_2$  и  $Ti_2Se$  при повышении внешнего давления до 6,2 ГПа. Установлено, что  $TiGaSe_2$  в отличие от других исследованных халькогенидов таллия характеризуется наличием полиморфной модификации водного давления, стабильной, однако, при давлении выше 2—2,5 ГПа. Показано, что переход  $TiGaSe_2$  в новую структурную форму имеет обратный характер и при сжатии происходит при  $2,1 \pm 0,2$  ГПа, сопровождаясь резким падением электросопротивления (на шесть порядков) в узком интервале давлений.

Библ. 4 назв., ил. 1.

