

# ВЕСТНИК

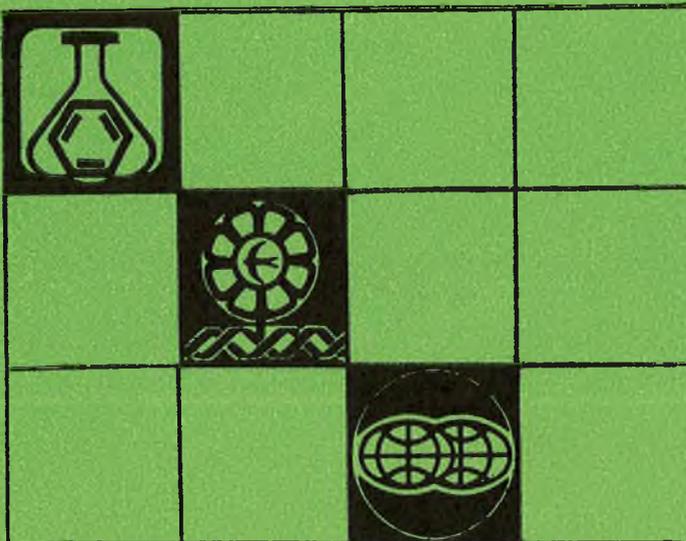
Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина

---

СЕРИЯ 2

Химия  
Биология  
География

2 '90



---

# ВЕСТНИК

Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года

---

**СЕРИЯ 2**

**Химия  
Биология  
География**

**2 '90**

**ИЮНЬ**



МИНСК  
УНИВЕРСИТЕТСКОЕ

**Главный редактор В. Г. РУДЬ**  
**Ответственный секретарь П. Н. БАРАНОВСКИЙ**

**Редакционная коллегия серии:**

Ф. Н. КАПУЦКИЙ (*ответственный редактор*),  
Р. А. ЖМОИДЯК, В. Н. КИСЕЛЕВ, О. А. КОЗЛОВСКАЯ,  
Н. М. КРЮЧКОВА, И. К. ЛОПАТИН, Е. П. ПЕТРЯЕВ,  
А. Т. ПИКУЛЕВ (*зам. ответственного редактора*), В. В. СВИ-  
РИДОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ, Г. Л. СТАРОБИНЕЦ,  
В. Ф. ТИКАВЫЙ, А. В. ТОМАШЕВИЧ, Ю. К. ФОМИЧЕВ,  
В. М. ШИРОКОВ (*зам. ответственного редактора*), А. С. ШУ-  
КАНОВ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ (*ответственный секретарь*),  
О. Ф. ЯКУШКО

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени В. И. ЛЕНИНА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1990, № 2

Редактор *И. П. Стрельченя*  
Младший редактор *Г. М. Добыш*  
Художественный редактор *Р. В. Кондрад*  
Технический редактор и корректор *Г. И. Хмарун*

Сдано в набор 29.03.90. Подписано в печать 07.06.90. АТ 02059. Формат  
70×108<sup>1/8</sup>. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7.0. Усл.  
кр.-отт. 7,35. Уч.-изд. л. 7,41. Тираж 630 экз. Заказ 683. Цена 85 к.

Издательство «Университетское». 220048, Минск, проспект Машерова, 11.  
Адрес редакции: 220080, Минск, Университетский городок, тел. 20-65-42.

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



УДК 621.357.8

Г. И. СЕРДИЮК, Г. Л. ШУКИН,  
А. Л. БЕЛАНОВИЧ, А. А. КУЗЬМИЧЕВ

## ОСОБЕННОСТИ ОКРАШИВАНИЯ АНОДНЫХ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ В РАСТВОРЕ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ

При действии тока переменной полярности в кислых растворах перманганата калия анодные оксидные пленки (АОП) алюминия и его деформируемых сплавов (АМГ-2, АД-31) окрашиваются в желто-золотистый цвет, устойчивый к действию солнечной радиации и атмосферным явлениям [1—4]. Окрашивание обусловлено электрохимическим осаждением в порах анодной пленки диоксида марганца [3]. В работах [1, 3, 4] приводятся составы электролитов на основе перманганата калия и серной кислоты, однако в литературе отсутствуют сведения о влиянии условий электрохимического осаждения  $MnO_2$  на процесс окрашивания анодных пленок.

Практическая значимость исследований, направленных на поиск путей модифицирования анодного оксида алюминия с целью придания поверхности изделия определенных функциональных или защитно-декоративных свойств, определила цель нашей работы: изучить зависимость цвета окрашенных анодных пленок от условий их обработки током переменной полярности в кислом растворе перманганата калия.

Использовались пластины из алюминия АД-1 и его сплавов АМГ-2 и АД-31 размером  $30 \times 50$  мм, вначале обезжиренные в растворе  $NaOH$  (1,5 моль/л), затем обработанные в растворе азотной кислоты (5 моль/л). Анодное оксидирование осуществлялось в растворе  $H_2SO_4$  (2 моль/л)

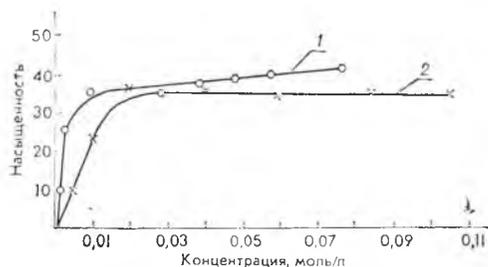


Рис. 1. Зависимость насыщенности  $S$  окрашенных АОП от содержания компонентов электролита:

1 —  $KMnO_4$  ( $[H_2SO_4] = 5$  г/л); 2 —  $H_2SO_4$  ( $[KMnO_4] = 7,5$  г/л)

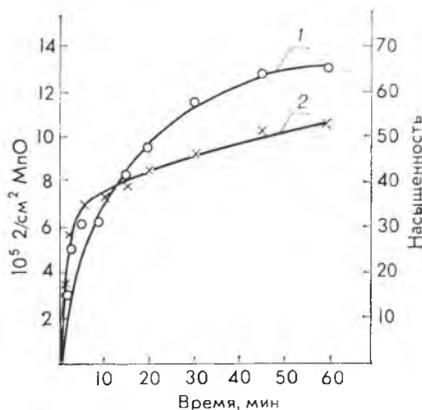


Рис. 2. Зависимость содержания  $MnO_2$  в порах АОП (1) и насыщенности  $S$  окрашенных пленок (2) от времени окрашивания в электролите состава:  $KMnO_4$  — 7,5;  $H_2SO_4$  — 5 г/л

при клеммовом напряжении 13 В и температуре 15—23 °С до толщины 10—15 мкм. Электрохимическое окрашивание АОП проводилось током переменной полярности частотой 50 Гц в сернокислых растворах перманганата калия различных концентраций при различной температуре и клеммовом напряжении. Окрашенные АОП уплотнялись в кипящей дистиллированной воде в течение 30 мин.

Количество осажденного в порах диоксида марганца определялось спектрофотометрически по методике [5]. Цветовые характеристики измерялись с помощью спектроколориметра Радуга-2Б.

Установлено, что электрохимическое окрашивание АОП заметно лишь, если концентрация  $H_2SO_4$  и  $KMnO_4$  не менее 0,015 и 0,003 моль/л соответственно. Возрастание концентрации  $KMnO_4$  приводит к увеличению насыщенности цвета, что выражается в изменении оттенка от светло-золотистого до коричневатого-желтого (рис. 1). Повышение концентрации  $H_2SO_4$  в электролите более 0,015 моль/л не влияет на оттенок цвета окрашиваемых АОП.

При клеммовом напряжении менее 8 В окрашивания АОП не происходит, а при напряжении в интервале 8—25 В пленки в течение 5 мин окрашиваются в золотисто-желтый цвет. Цветовые координаты окрашенных образцов при этом не изменяются и составляют (МКО 1931):  $X = 55,15$ ;  $Y = 57,23$ ;  $Z = 29,25$ . При напряжении больше 25 В происходит пробой АОП.

Цвет окрашиваемых АОП алюминия и его сплавов (АМГ-2, АД-31) не зависит от температуры электролита (10—30 °С) и толщины АОП.

На рис. 2 показана зависимость содержания  $MnO_2$  в порах АОП и насыщенности цвета окрашенных пленок от времени электрохимического окрашивания. Осаждение  $MnO_2$  в порах АОП начинается практически сразу с начала процесса обработки материала, приводя к изменению его цвета. После 5 мин окрашивания скорость осаждения  $MnO_2$  в порах АОП постепенно уменьшается. С увеличением времени окрашивания цвет АОП изменяется от светло-золотистого через различные оттенки желтого до желто-коричневого (см. таблицу).

Зависимость цвета и его координат  
от времени окрашивания АОП в электролите:  
 $KMnO_4 = 0,03$  моль/л,  $H_2SO_4 = 0,1$  моль/л  
( $U = 10$  В,  $t^\circ = 20$  °С)

Время окрашивания, мин	Координаты цвета			Цвет
	X	Y	Z	
2	56,66	59,57	34,46	светло-золотистый
3	55,31	57,88	30,75	—»—
5	55,15	57,23	29,25	золотистый
10	54,43	56,62	29,14	—»—
15	54,36	56,37	28,11	золотисто-желтый
20	43,87	43,69	14,45	желтый
60	36,64	35,55	9,71	коричневатожелтый

При окрашивании в исследуемом растворе важное значение имеет материал противоэлектрода. Наиболее воспроизводимо процесс окрашивания протекает при использовании графитового противоэлектрода. В случае противоэлектродов из свинца и нержавеющей стали увеличивается скорость разложения  $KMnO_4$  в объеме электролита, что проявляется в осаждении  $MnO_2$  на стенках ванны и на поверхности противоэлектродов. Последнее приводит к изменению их проводимости и к ухудшению воспроизводимости получения одинакового цвета при окрашивании.

Окраска АОП устойчива к действию солнечной радиации и атмосферной коррозии. АОП, окрашенные в золотистый цвет и уплотненные в кипящей дистиллированной воде в течение 30 мин, не изменяют цвета при воздействии солнечного и ультрафиолетового света (падающий поток  $10^{-1}$  Дж/см<sup>2</sup>·с) в течение 50 ч и воздействии влажной атмосферы (относительная влажность 98 %) при температуре 40 °С в течение 56 суток (ГОСТ 9.031-74).

### Список литературы

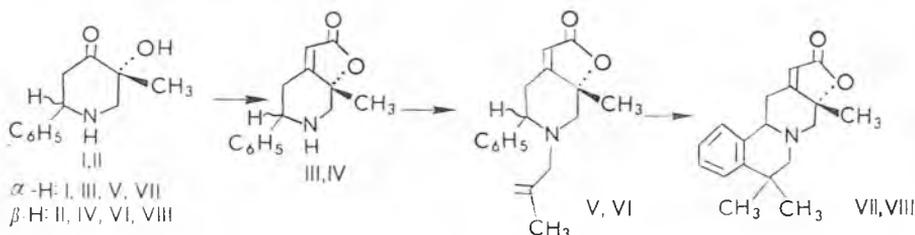
1. Негманн Е. // *Galvanotechnik*. V. 63. № 2. 1972. С. 110.
2. Шишкина С. В., Мамаев В. И., Бармина С. В. Анодное окисление алюминия и его практическое применение: Тез. докл. республ. науч.-техн. семинара «Анод-88». Казань, 1988. С. 51.
3. Грплицес С. Я. Оксидные и фосфатные покрытия металлов. Л., 1985. С. 60.
4. Воеводина Н. М., Лебедева М. И. Экономика и технология гальванического производства. М., 1986. С. 70.
5. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений М.; Л., 1966. С. 706.

УДК 547.823

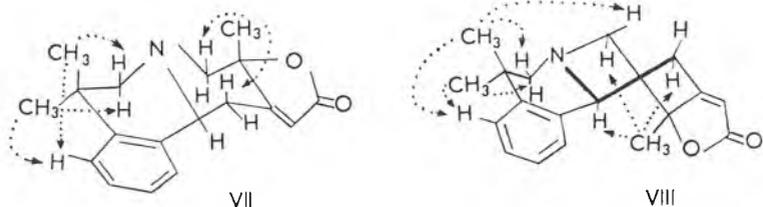
ВУ ДИНЬ ХОАНГ, Г. В. ПШЕНИЧНЫЙ,  
В. А. МАШЕНКОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

### СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ 3а, 4, 6, 7, 11b, 12-ГЕКСАГИДРО-3а, 7, 7-ТРИМЕТИЛ-2-ОКСОБЕНЗО [а]ФУРО[2, 3 — g]ХИНОЛИЗИНОВ

В продолжение исследований по синтезу бензо[а]фуоро[2, 3—g]хинолизинов [1] нами впервые изучена циклизация *N*-металлилзамещенных 2-оксофуоро [2, 3—с] пиперидинов в кислой среде. В качестве исходных соединений выбраны пиперидоны I, II, [2], использование которых позволяет легко формировать лактонный цикл [3] и вводить функциональный заместитель *N*-алкилированием. Так, РО-олефинированием пиперидонов I, II и дальнейшим алкилированием полученных лактонов III, IV металлилхлоридом синтезированы соединения V, VI. При нагревании лактонов V, VI в смеси трифторуксусной и серной кислот с высоким выходом образуются хинолизины VII, VIII:



Соединения III—VII имеют кресловидную конформацию пиперидинового цикла, что следует из данных ИК и ПМР спектров (табл. 1) и хорошо согласуется с ранее полученными результатами для 7-метилбензо[а]фуоро[2, 3—g]хинолизинов [1]. Строение полученных хинолизинов VII, VIII дополнительно анализировали с помощью спектров ЯМР (табл. 2) и экспериментов по ядерному эффекту Оверхаузера (ЯЭО). Присутствие полос Больмана в ИК спектрах в области 2700—2850 см<sup>-1</sup> [4] указывает на наличие в этих соединениях более двух атомов водорода, находящихся в  $\alpha$ -положении к атомам азота и имеющих трансориентацию C—H-связей по отношению к неподеленной электронной паре гетероатома. Эксперименты по ЯЭО свидетельствуют об отчетливых диполь-дипольных взаимодействиях (указаны пунктирными стрелками) атомов водорода метильных групп с соседствующими пространственно протонами:



Отнесение сигналов в спектрах ЯМР<sup>13</sup>С хинолизинов VII, VIII выполнено с учетом их мультиплетности и ранее полученных результатов [1, 5].

Изменение обычно кресловидной конформации в бензо[а]хинолизи-нах цикла С[5] в случае лактона VIII связано, на наш взгляд, с необходимостью снятия стерических напряжений, возникающих между C<sub>(7)</sub>—CH<sub>3(a)</sub> и C<sub>(4)</sub>—H<sub>(a)</sub>.

Таблица 1

Характеристики синтезированных соединений

Номер соединения	Брутто-формула	<i>t</i> <sub>пл.</sub> , °С	ИК спектр, ν, см <sup>-1</sup>	ПМР спектр, δ, м. д. ( <i>J</i> , Гц)	Выход, %
III	C <sub>14</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	149—150	1650 1760	1,67 (с, 7а—CH <sub>3</sub> ); 1,89 (с, NH); 2,49 (д.д.д. 13,0, 11,0, 1,5, 4—H <sub>a</sub> ); 2,64 (д. 11,0, 7—H <sub>a</sub> ); 2,89 (д.д. 13,0, 3,0, 4—H <sub>e</sub> ); 3,46 (д. 11,0, 7—H <sub>e</sub> ); 3,63 (д. д. 11,0, 3,0, 5—H <sub>a</sub> ); 5,73 (д. 1,5, 3—H); 7,26—7,42 (м, 5 H <sub>аром</sub> )	83
IV	C <sub>14</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	108—109	1650 1760	1,59 (с, 7а—CH <sub>3</sub> ); 2,19 (с, NH); 2,59 (д. 12,0, 7—H <sub>a</sub> ); 2,86 (д.д.д. 14,0, 8,0, 1,5, 4—H <sub>a</sub> ); 3,11 (д. 12,0, 7—H <sub>e</sub> ); 3,42 (д. 14,0, 4—H <sub>e</sub> ); 4,56 (д. 8,0, 5—H <sub>e</sub> ); 5,70 (д. 1,5, 3—H); 7,17—7,36 (м, 5 H <sub>аром</sub> )	74
V	C <sub>18</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>2</sub>	76—78	1650 1760	1,65 (с, CH <sub>3</sub> —C=); 1,68 (с, 7а—CH <sub>3</sub> ); 1,85 (д. 11,0, 7—H <sub>a</sub> ); 2,29 и 3,05 (два д. <i>J</i> <sub>ге<sub>м</sub></sub> =13,0, CH <sub>2</sub> —C=); 2,60 (д.д.д. 13,5, 11,0, 1,5, 4—H <sub>a</sub> ); 2,85 (д. д. 13,5, 3,5, 4—H <sub>e</sub> ); 3,12 (д. д. 11,0, 3,5, 5—H <sub>a</sub> ); 3,40 (д. 11,0, 7—H <sub>e</sub> ); 4,83 (с, =CH <sub>2</sub> ); 5,69 (д. 1,5, 3—H); 7,26—7,43 (м, 5 H <sub>аром</sub> )	91
VI	C <sub>18</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>2</sub>	124—125	1650 1765	1,69 (с, 7а—CH <sub>3</sub> ); 1,79 (с, CH <sub>3</sub> —C=); 2,73 и 3,13 (два д. <i>J</i> <sub>ге<sub>м</sub></sub> =13,0, CH <sub>2</sub> —C=); 2,76 (д. 11,0, 7—H <sub>a</sub> ); 2,96 (д. 11,0, 7—H <sub>e</sub> ); 3,01 (д.д. 14,0, 1,0, 4—H <sub>e</sub> ); 3,10 (д.д.д. 14,0, 6,5, 1,5, 4—H <sub>a</sub> ); 4,24 (д.д. 6,5, 1,0, 5—H <sub>e</sub> ); 4,84 и 4,91 (два с, =CH <sub>2</sub> ); 5,81 (д. 1,5, 3—H); 7,13—7,19 (м, 2 H <sub>аром</sub> ); 7,24—7,35 (м, 3 H <sub>аром</sub> )	94
VII	C <sub>18</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>2</sub>	139—140	1645 1760 2745 2765 2800	1,27 и 1,41 (два с, 7—(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ); 1,62 (с, 3а—CH <sub>3</sub> ); 2,31 (д. 10,5, 4—H <sub>a</sub> ); 2,41 (д.д.д. 12,8, 10,8, 1,8, 12—H <sub>a</sub> ); 2,55 (с, 6—CH <sub>2</sub> ); 3,14 (д. 10,5, 4—H <sub>e</sub> ); 3,29 (д.д. 10,8, 3,0, 11b—H <sub>a</sub> ); 3,36 (д.д. 12,8, 3,0, 12—H <sub>e</sub> ); 5,81 (д. 1,8, 1—H); 7,12—7,39 (м, 4 H <sub>аром</sub> )	90
VIII	C <sub>18</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>2</sub>	165—167	1655 1760 2755 2780 2805 2845	1,20 и 1,29 (два с, 7—(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ); 1,57 (с, 3а—CH <sub>3</sub> ); 2,65 и 2,68 (два д. 12,5, 6—CH <sub>2</sub> ); 2,75 (д. 11,0, 4—H <sub>a</sub> ); 3,07 (д. 11,0, 4—H <sub>e</sub> ); 3,11 (д.д.д. 14,0, 6,5, 1,5, 12—H <sub>a</sub> ); 3,15 (д.д. 14,0, 6,5, 12—H <sub>e</sub> ); 4,03 (т. 6,5, 11b—H); 5,63 (д. 1,5, 1—H); 7,05—7,33 (м, 4 H <sub>аром</sub> )	86

Таблица 2

Параметры спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$ 

Номер соединения	δ, м. д.											
	1	2	3а	4	6	7	11б	12	12а	7—(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3а—CH <sub>3</sub>	Ar
VII	112,48	172,36	84,18	66,66	64,84	35,45	64,24	34,33	173,33	27,27 31,48	22,39	124,73 125,82 126,21 126,97 135,00 143,93
VIII	114,27	172,70	84,58	64,26	63,01	33,18	58,53	31,34	171,66	29,59 31,78	24,18	124,92 125,90 126,10 126,94 134,49 143,48

## Экспериментальная часть

ИК спектры растворов веществ в  $\text{CCl}_4$  сняты на приборе Specord-75 IR. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  получены на спектрометре Bruker WM-360, эксперименты по ЯЭО проводили дифференциальным методом, внутренний стандарт — ГМДС. Данные элементного анализа C, H, N соответствуют вычисленным.

**7а-Метил-2-оксо-5-фенилфуро[2, 3 — с] пиперидин (III, IV).** К раствору изопропилата натрия, полученному из 2,53 г (0,11 моль) натрия и 250 мл изопропилового спирта, приливают 28,6 г (0,12 моль) изопропилового эфира диэтилфосфонуксусной кислоты и добавляют при перемешивании и охлаждении проточной водой 20,5 г (0,1 моль) пиперидона I, II. После его полного растворения реакционную смесь упаривают, остаток растворяют в эфире и промывают водой. Эфирный раствор сушат сульфатом натрия, упаривают и остаток растворяют в 400 мл толуола, добавляют 0,82 г (0,01 моль) изопропилата натрия и кипятят в течение 1 ч с медленной отгонкой толуола. Реакционную смесь охлаждают, промывают водой, сушат сульфатом натрия и пропускают через тонкий слой силикагеля марки L 40/100. После отгонки части толуола остаток кристаллизуют из смеси толуол — гексан, 1 : 1.

**7а-Метил-6-(2-метил-2-пропенил)-2-оксо-5-фенилфуро [2, 3 — с] пиперидин (V, VI).** К 4,58 г (0,02 моль) лактона III, IV в 30 мл ацетонитрила прибавляют 5,8 мл (0,06 моль) металлхлорида и 5,2 мл (0,04 моль) диизопропилэтиламина. Реакционную смесь нагревают в запаянной ампуле на кипящей водяной бане в течение 40 ч. К охлажденной реакционной смеси добавляют 100 мл толуола, полученный раствор промывают водой, насыщенным раствором гидрокарбоната натрия и еще раз водой. Органический слой отделяют, сушат сульфатом натрия, упаривают и остаток кристаллизуют из смеси толуол — гексан, 1 : 1.

**3а, 4, 6, 7, 11б, 12-Гексагидро-3а(β), 7, 7-триметил-2-оксобензо[а]фуоро [2, 3—g]хинолизин (VII, VIII).** К раствору 5,66 г (0,02 моль) лактона V, VI в 10 мл трифторуксусной кислоты добавляют 10 мл концентрированной серной кислоты и нагревают до кипения 10 мин. Реакционную смесь охлаждают и выливают в 100 мл воды, нейтрализуют 20 %-ным раствором гидроксида натрия. Выделившийся продукт экстрагируют бензолом, экстракт сушат сульфатом натрия и упаривают. Остаток кристаллизуют из смеси толуол — гексан, 1 : 1.

## Список литературы

1. Пшеничный В. Г., Чаховский А. И., Мелентович Л. А., Захаревский А. С., Машенков В. А., Станишевский Л. С. // ХГС. 1989. № 9. С. 1269.
2. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М. Там же. 1975. № 5. С. 670.
3. Пшеничный Г. В., Машенков А. В., Субоч В. П., Станишевский Л. С. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1988. № 1. С. 47.
4. Bohlmann F. // Chem. Ber. 1958. V. 91. N 10. S. 2157.
5. Sugiura M., Takao N., Iwasa K., Sasaki Y. // Chem. Pharm. Bull. 1979. V. 27. N 12. P. 3144.

УДК 541.133; 537.312.6

В. В. ХАРТОН, П. П. ЖУК,  
А. А. ВЕЧЕР, А. А. ТОНОЯН

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОБАЛЬТИТА ЛАНТАНА, ЛЕГИРОВАННОГО СТРОНЦИЕМ

Сложные оксиды редкоземельных элементов  $\text{LnTO}_3$  ( $\text{Ln} = \text{La} \div \text{Gd}$ ;  $\text{T} = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Cr}, \text{Fe}, \text{Ni}$ ) со структурой перовскита являются эффективными электродными материалами различных электрохимических устройств

с твердыми и жидкими электролитами [1—3]; они перспективны в качестве катализаторов [4, 5], а кобальтиты РЗЭ — кислородных электродов высокотемпературных топливных элементов с твердым электролитом [6, 7]. Наибольшей проводимостью среди кобальтитов РЗЭ обладает кобальтит лантана. Легирование его щелочноземельными элементами (Са, Sr, Ва) приводит к значительному (на 3—4 порядка) увеличению проводимости в области средних и низких температур при сохранении высокой проводимости при температурах выше 800 К.

Структурные, электро- и теплофизические свойства легированного кобальтита лантана исследованы достаточно [7—11]. Следует отметить, что при практическом использовании его в качестве электродов электрохимических устройств и в кислородных мембранах важную роль играет парциальное давление кислорода.

Цель настоящей работы — исследование влияния легирования стронцием на электро- и теплофизические свойства манганита лантана и на зависимость электрических характеристик от парциального давления кислорода.

### Экспериментальная часть

Поликристаллические образцы  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  ( $x = 0 \div 0,5$ ) получены по стандартной керамической технологии. В качестве исходных компонентов использованы  $\text{La}_2\text{O}_3$  (Ла О—СС<sub>7</sub>),  $\text{Co}_2\text{O}_3$  (ч.д.а.) и  $\text{SrCO}_3$  (хч).  $\text{La}_2\text{O}_3$  и  $\text{SrCO}_3$  предварительно отжигались на воздухе при 1300 К в течение 4—6 ч для удаления адсорбционной воды и  $\text{CO}_2$ . Рассчитанные в необходимых молярных отношениях компоненты смешивались и тщательно перетирались до полной однородности смеси. Твердофазный синтез проводили на воздухе при 1500 ÷ 1520 К в течение 10—15 ч с промежуточным измельчением спеков.

Рентгенографическое исследование полученных твердых растворов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  осуществлялось при комнатной температуре на дифрактометре ДРОН-3М (излучение  $\text{CuK}\alpha$ , Ni-фильтр).

Из синтезированных оксидов методом гидравлического прессования (600 МПа) формовались образцы в виде брусков ( $4 \times 4 \times 30$ ) · 10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup> и таблеток ( $3-4 \cdot 10^{-3}$  м, диаметр  $1,5 \cdot 10^{-2}$  м) и спекались при температуре 1570 К на воздухе в течение 6 ч. Плотность спеченных образцов (пикнометрическая) составляла более 85 % теоретической. Эти данные использованы для пересчета результатов измеренной электропроводности на нулевую пористость [12]:

$$\kappa_{p=0} = \kappa_p \frac{1 + p/2}{(1 - p)^{2/3}},$$

где  $p$  — пористость,  $\kappa_p$  — электропроводность при пористости  $p$ ;  $\kappa_{p=0}$  — электропроводность при нулевой пористости.

Эти данные совпали с результатами, полученными экстраполяцией значения электропроводности образцов одного состава с различной плотностью на теоретическую плотность.

Электропроводность спеченных образцов определяли на воздухе в области температур 300—1100 К, изотермически при 673, 973, 1073 К в зависимости от парциального давления в интервале  $10^5 \div 10^{-4,3}$  Па 4-зондовым методом на постоянном токе. В специально сконструированной ячейке парциальное давление кислорода задавалось и фиксировалось с помощью инертного газа Ar и кислородного насоса на основе электрохимической ячейки с твердым электролитом, работающего в режиме за-качки или откачки кислорода; содержание кислорода контролировалось на входе и выходе из ячейки с помощью газоанализатора Циркон-М.

Термические расширения образцов измеряли на кварцевом dilatометре ДКВ-5А в области температур 300—1100 К при нагревании и охлаждении с постоянной скоростью 3—5 К/мин.

Исследование параметра сопротивления электродных слоев состава

$\text{La}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_3$  (поверхностная плотность 22—75 мг/см<sup>2</sup>), нанесенных на керамическую подложку состава  $\text{Zr}_{0,90}\text{Y}_{0,10}\text{O}_{1,95}$  из пасты на нитроцеллюлозной основе и вожженных при 1420 К в течение 2—4 ч, проводили 4-зондовым методом на постоянном токе при 300—1100 К.

Относительная погрешность определения электропроводности и параметра сопротивления электродных слоев — 2 %, парциального давления кислорода — 2—4 %, коэффициента термического расширения (КТР) —  $\pm(0,2-0,4) \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$ , параметров кристаллической решетки —  $\pm 0,0001$  нм.

### Результаты и их обсуждение

Результаты рентгенофазового анализа образцов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  ( $x = 0 \div 0,5$ ) подтвердили их однофазность и показали, что имеет место образование в исследованной области составов непрерывной серии твердых растворов, обладающих хорошо сформированной структурой перовскита с ромбоэдрическим искажением, что хорошо согласуется с литературными данными [11]. С увеличением содержания стронция ромбоэдрическое искажение уменьшается и при  $x = 0,5$  структура близка к кубической. Параметры кристаллической решетки обобщены в таблице.

Свойства  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$

$x$	$a$ , нм	$\alpha$ , град	$V$ , нм <sup>3</sup>	$d_{\text{рентг.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\frac{d_{\text{эксп.}}}{d_{\text{рентг.}}} \cdot 100\%$	ТКС · 10 <sup>4</sup> , К <sup>-4</sup> 300—700 К	КТР · 10 <sup>6</sup> , К <sup>-1</sup> 270—1100 К
0	0,5388	60,80	0,1131	7214	86	—	22,9
0,1	0,5390	60,62	0,1123	7113	86	—	19,9
0,2	0,5407	60,56	0,1132	6907	94	$-1,9 \pm 0,2$	18,3
0,3	0,5411	60,44	0,1131	6762	88	$-7,5 \pm 1,0$	17,8
0,4	0,5414	60,32	0,1130	6618	92	$-6,4 \pm 0,3$	18,9
0,5	0,5418	60,24	0,1130	6467	87	$-10,3 \pm 0,3$	22,4

Исследования электрических свойств твердых растворов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  ( $x = 0 \div 0,5$ ) показали резкое увеличение электропроводности чистого  $\text{LaCoO}_3$  при температуре выше 750 К, что обусловлено переходом части кобальта в 4-валентное состояние, а также переходом электронов между двумя ионами:  $\text{Co}^{3+} \rightleftharpoons \text{Co}^{4+}$ . При легировании кобальтита лантана стронцием, для соблюдения электронейтральности, часть кобальта переходит в 4-валентное состояние и (или) часть ионов кислорода покидает решетку ( $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Co}_{1-x-y}\text{Co}_{x-y}^{4+}\text{O}_{3-\lambda}$ ). Это приводит к тому, что проводимость при комнатной температуре возрастает на 3 порядка при легировании стронцием. Максимум проводимости во всей исследованной области температур найден для состава с  $x = 0,3$ . Для состава с  $x = 0,2 \div 0,5$  установлен металлический характер проводимости. Характер изменения и величина электропроводности близки к найденным в [7].

Изотермические исследования зависимости электропроводности  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  от парциального давления кислорода показали незначительное изменение проводимости для всех составов при 673 К (рис. 1). При 973 и 1073 К с увеличением содержания стронция наблюдается возрастающее падение проводимости, обусловленное выходом ионов кислорода из кристаллической решетки. Это приводит к смещению равновесия  $\text{Co}^{3+} \rightleftharpoons \text{Co}^{4+}$  в сторону образования  $\text{Co}^{3+}$ , а значит, к уменьшению подвижных носителей тока  $\text{Co}^{4+}$ . Эти процессы в исследованной области парциальных давлений кислорода носили обратимый характер.

Характер температурной зависимости параметра сопротивления электродных слоев состава  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{CoO}_3$  совпадает с характером температурной зависимости проводимости компактных образцов (рис. 2). Проводимость слоев на 1—3 порядка ниже проводимости компактных образцов. При поверхностной плотности слоя 50—60  $\text{мг}/\text{см}^2$  параметр его сопротивления определяется только материалом электрода, что следует из рассчитанной энергии активации проводимости.

На рис. 3 представлена температурная зависимость относительного удлинения образцов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ . Установлен линейный характер этой зависимости во всей исследованной области температур и составов. Для состава с  $x = 0,5$  обнаружен небольшой излом, обусловленный, видимо, структурным упорядочением (переход от ромбоэдрически искаженной кубической структуры перовскита к кубической). Коэффициенты термического расширения (КТР) всех исследованных составов близки КТР металлов и лежат в пределах  $17,7 \div 22,3 \cdot 10^{-6}\text{К}^{-1}$ .

Таким образом, сложные оксиды состава  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  ( $x = 0,3 \div 0,5$ )

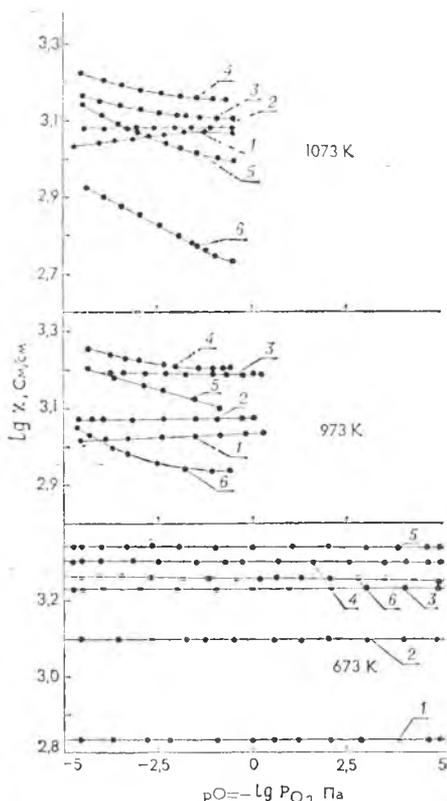


Рис. 1. Изотермическая зависимость электропроводности образцов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  от парциального давления кислорода:  $x = 0(1)$ ;  $0,1(2)$ ;  $0,2(3)$ ;  $0,3(4)$ ;  $0,4(5)$ ;  $0,5(6)$

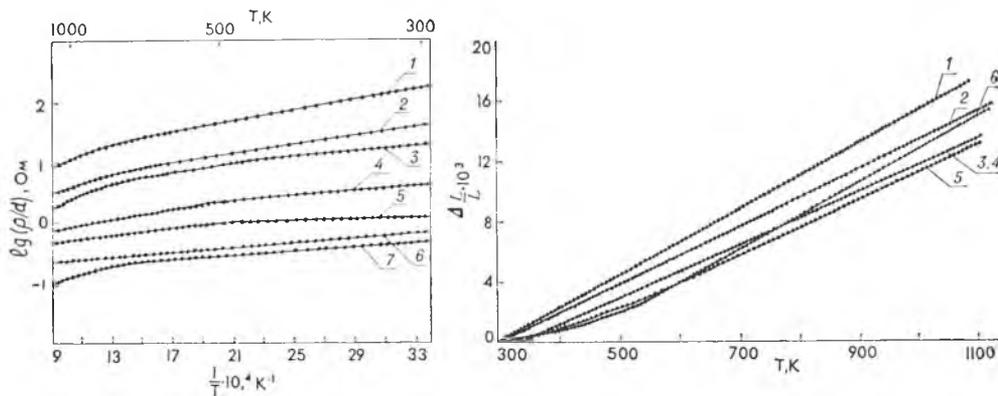


Рис. 2. Температурная зависимость параметра сопротивления электродных слоев ( $\rho/d$ ) состава  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  ( $x = 0,3$ ) с поверхностной плотностью ( $\text{г}/\text{см}^2$ ):  $0,012(1)$ ;  $0,021(2)$ ;  $0,025(3)$ ;  $0,038(4)$ ;  $0,051(5)$ ;  $0,070(6)$ ;  $0,090(7)$

Рис. 3. Зависимость относительного удлинения образцов  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$  от температуры:  $x = 0(1)$ ;  $0,1(2)$ ;  $0,2(3)$ ;  $0,3(4)$ ;  $0,4(5)$ ;  $0,5(6)$

благодаря своим электро- и теплофизическим свойствам являются перспективными электродными материалами электрохимических устройств с твердым электролитом на основе  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , обладают близкими им КТР.

## Список литературы

1. Trasatti S. *Electrodes of Conductive Metallic Oxides. Part A.* Amsterdam — Oxford — New York. 1980. P. 283.
2. Baukal W., Kuhn W., Kleinschmager H., Rohr F.-J. // *Journ. Power Sources.* 1976/77. V. 1. N 1. S. 203.
3. Tedmond C. S., Spacil H. S., Mitoff S. P. // *Journ. Electrochem. Soc.* 1969. V. 116. № 9. P. 1170.
4. Libby W. F. // *Science.* 1971. V. 171. N 3970. P. 499.
5. Voorhoeve R. J. H., Johnson D. W., Remeika J. P., Gallag-  
ner P. K. *Ibid.* 1977. V. 195. N 4281. P. 827.
6. Jakobs S., Hartung R., Möbius H.-H., Wilke M. // *Rev. Chim. Miner.* 1980. T. 17. N 4. P. 283.
7. Ohno Y., Nagata S., Sato H. // *Solid State Ionics.* 1983. V. 9/10. P. 1001.
8. Kononyuk I. F., Tolochko S. P., Lutsko V. A., Anishchik V. M. // *Journ. Solid State Chem.* 1983. V. 48. N 2. P. 209.
9. Taguchi H., Shimada M., Koizumi M. *Ibid.* 1980. V. 32. N 2. P. 169.
10. Patil S. B., Keer H. V., Chakrabarty D. K. // *Phys. Status Solidi.* 1979. V. A52. N 2. P. 671.
11. Ohbayashi H., Kudo T., Gejo T. // *Journ. J. Appl. Phys.* 1974. V. 13. N 1. P. 1.
12. Carter R. E., Roth W. L. // *General Electric Rep.* 63-RL-3479M. 1963. N 11. P. 1.

УДК 536.758+661.717.5

Г. Я. КАБО, М. Л. ФРЕНКЕЛЬ,  
В. В. СИМИРСКИЙ, А. А. КОЗЫРО

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРБАМИДА В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Карбамид является продуктом промышленного производства, широко применяемым в сельском хозяйстве в качестве сырья для получения полимеров и синтеза многочисленных соединений, обладающих пестицидными, гербицидными свойствами, присадок к маслам, ингибиторов коррозии, физиологически активных веществ [1]. Совершенствование технологии производства карбамида [2] и оценка наиболее рациональных путей синтеза его производных требуют детального исследования термодинамических свойств в различных агрегатных состояниях.

В настоящей статье представлены результаты статистического расчета термодинамических свойств карбамида в состоянии идеального газа в интервале температур 298—1 000 К, согласованные с совокупностью экспериментальных значений термодинамических свойств, а также приведены стандартные термодинамические функции образования карбамида в различных агрегатных состояниях.

В предыдущей работе [3] показано, что для газообразного карбамида не удастся достичь согласования результатов статистических расчетов энтропии с экспериментальной величиной, найденной из низкотемпературных измерений теплоемкости кристаллического карбамида [4] и давлений насыщенного пара над ним в интервале 346—368 К [5]. Высказанное нами предположение о возможной неточности измерений [5] в последующем подтвердилось. Эффузионные измерения давлений насыщенного пара карбамида, выполненные Круифом и сотр. [6], а также нами [7] при температурах 338—362 К и 329—403 К соответственно, хорошо согласуются между собой и приводят к близким значениям энтальпий сублимации:  $\Delta_{\text{субл}}H(350 \text{ К}) = 96,8 \pm 1,0 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$  [6] и  $\Delta_{\text{субл}}H(386 \text{ К}) = 97,6 \pm 1,2 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$  [7], которые существенно больше величины  $\Delta_{\text{субл}}H(355 \text{ К}) = 87,7 \pm 0,9 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ , полученной в работе [5].

На основании измерений давлений насыщенного пара карбамида [7] и теплоемкости [4, 8] получена новая экспериментальная величина энтропии газообразного карбамида  $S^\circ(360 \text{ К}) = 298,2 \pm 3,8 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ . В то же время рассчитанное нами по молекулярным данным с использованием частот из работы [9] значение энтропии карбамида  $S^\circ(360 \text{ К}) = 280,3 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  [3] существенно меньше

экспериментального. Поэтому мы проанализировали возможность нового подхода к выбору частот колебаний для статистических расчетов на основе исследований спектров кристаллического карбамида в аргоновой матрице [10]. Кинг установил, что в аргоновой матрице проявляется колебание с волновым числом  $230 \text{ см}^{-1}$ , соответствующее веерной инверсии пирамиды с азотными атомами в вершинах [10]. В недавно опубликованной работе [11] исследованы дефекты моментов инерции карбамида и подтвержден факт существования молекул  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  в неполярной форме в газовой фазе. Как отмечено в [11], выходу атомов азота из «плоскости молекулы» карбамида соответствует найденная Кингом [10] для карбамида в аргоновой матрице полоса  $227 \text{ см}^{-1}$ .

Нами выполнен новый расчет термодинамических свойств карбамида в состоянии идеального газа при температурах  $298,15\text{--}1000 \text{ К}$ . Моменты инерции молекулы карбамида найдены из микроволновых спектров [12]:  $I_A = 7,48 \cdot 10^{-39}$ ;  $I_B = 8,11 \cdot 10^{-39}$ ;  $I_C = 15,52 \cdot 10^{-39} \text{ г} \cdot \text{см}^2$ . В расчетах использовалась молекулярная масса  $M = 60,0554 \text{ а. е. м}$ . Выход атомов азота из «плоскости молекулы» не нарушает общей симметрии молекулы карбамида, относящейся к  $C_{2v}$  группе симметрии и имеющей число симметрии  $\sigma = 2$ , а изменение моментов инерции молекул карба-

мида в результате инверсии  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$  группы на  $0,0708 \cdot 10^{-39} \text{ г} \cdot \text{см}^2$  [12]

несущественно для термодинамического расчета.

Для расчета колебательных вкладов в термодинамические функции использованы значения волновых чисел, выбранных из работ [9, 10]:  $227, 410, 542, 578, 618, 719, 790, 1014, 1153, 1394, 1594, 1605, 1734, 3440, 3440, 3518, 3548 \text{ см}^{-1}$ . Вычисленное по этим данным значение энтропии карбамида в состоянии идеального газа  $S^\circ(360 \text{ К}) = 297,7 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  удовлетворительно согласуется с приведенной экспериментальной величиной, найденной на основании измерений [4, 7, 8].

Стандартная энтальпия образования кристаллического карбамида рассчитана на основании определения энергии сгорания образцов карбамида марки ОСЧ-33 ТУ 6-09-2117-77, дважды сублимированных в вакууме при  $370 \text{ К}$ . Чистота полученного препарата контролировалась по спектрам ПМР и результатам анализа продуктов сгорания в калориметрической бомбе. Дополнительным подтверждением высокой чистоты препарата является также хорошая воспроизводимость результатов по определению давления насыщенного пара [7] интегральным эффузионным методом Кнудсена при значительном изменении массы навески в экспериментальных исследованиях. Плотность карбамида определена пикнометрическим методом с использованием изооктана в качестве жидкости сравнения и составляет  $1,3300 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  при  $T = 293 \text{ К}$ .

Измерения энтальпий сгорания проводились в калориметре с точностью поддержания температуры в изотермической оболочке  $\pm 0,002 \text{ К}$ . Объем бомбы  $320,5 \text{ см}^3$ . Зажигание осуществлялось разрядкой конденсаторов емкостью  $9000 \text{ мкФ}$  на платиновую проволоку диаметром  $0,05 \text{ мм}$ . В качестве вспомогательного вещества использовалась териленовая ампула. Энергия сгорания терилена составляет  $-22879,7 \pm 11,1 \text{ Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ , а масса  $\text{CO}_2$ , выделяющаяся при сгорании  $1 \text{ г}$  пленки, равна  $2,2832 \pm 0,0034 \text{ г}$ . Энергетический эквивалент калориметра  $14889,9 \pm 6,4 \text{ Дж} \cdot (\text{усл. град.})^{-1}$  определен по энергии сгорания эталонной бензойной кислоты марки К-1. При проведении гравиметрического анализа в поглощающую систему добавлена трубка с  $\text{MnO}_2$  для поглощения оксидов азота [13]. Хотя отклонения результатов гравиметрического анализа от теоретических значений малы, расчет энергии сгорания выполнялся по навеске образца, поскольку ее масса определена с более высокой точностью (до  $\pm 2 \cdot 10^{-5} \text{ г}$ ), чем масса поглотительных трубок (до  $\pm 5 \cdot 10^{-4} \text{ г}$ ).

Таблица 1

## Результаты опытов по сжиганию карбамида

$m_1$	$m_2$	K	— $\delta$	$\Delta T$ , усл. град.	$\frac{m_{\text{CO}_2(\text{эксп.})}}{m_{\text{CO}_2(\text{расч.})}}$	$q_{\text{HNO}_3}$	$q_{\text{п}}$	$q_{\text{тер}}$	$\Sigma q$	$-\Delta_c U^0/m_1$ , Дж·г <sup>-1</sup>
г										
1,06718	0,02914	0,00113	0,06787	0,80413		47,3	1,4	666,1	9,5	10 540,9
1,41261	0,03118	0,00106	0,06014	1,05438		61,4	1,4	713,4	12,8	10 555,4
1,31507	0,02642	0,00108	0,08332	0,97678		52,9	1,4	604,5	11,8	10 549,7
1,12639	0,05290	0,00108	0,08467	0,88333	1,0030	49,9	1,4	1210,3	10,5	10 547,5
1,10702	0,02789	0,00101	0,08741	0,82979	0,9989	46,2	1,4	638,1	9,8	10 532,8

Среднее значение  $-\Delta_c U^0/m_1 = 10\,545,3 \pm 3,9$ .

Обозначения:  $m_1$  — масса навески карбамида;  $m_2$  — масса терилоновой пленки; K — константа охлаждения калориметра;  $\delta$  — поправка на теплообмен в условных градусах;  $\Delta T$  — исправленный подъем температуры в условных градусах;  $q_{\text{HNO}_3}$  — поправка на образование азотной кислоты;  $q_{\text{п}}$  — поправка на поджигание;  $q_{\text{тер}}$  — поправка на сгорание терилоновой пленки;  $\Sigma q$  — сумма поправок Уошберна;  $m_{\text{CO}_2(\text{эксп.})}/m_{\text{CO}_2(\text{расч.})}$  — отношение экспериментального и рассчитанного значения масс  $\text{CO}_2$ .

Таблица 2

## Энергия сгорания карбамида

Авторы	Содержание основного вещества	$-\Delta_c U^\circ$ , кДж·моль <sup>-1</sup>
Хаффман [16]		632,99±0,18
Мэнсон, Суннер [17]		632,57±0,10
Джонсон [18]	99,7 % масс.	633,02±0,17
Александров и сотр. [15]	99,83 % мольн.	632,82±0,54
Данная работа	99,92 % масс.	633,30±0,65

Результаты опытов по сгоранию кристаллического карбамида представлены в табл. 1. Поправки Уошберна рассчитывались по методике, рекомендованной в [14, 15]. Вычисленное значение стандартной энергии сгорания кристаллического карбамида:  $\Delta_c U^\circ$  (кр; 298,15 К) =  $-633,30 \pm 0,65$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

Данные наиболее надежных калориметрических определений энергии сгорания карбамида в пределах погрешности измерений согласуются между собой (табл. 2). Среднее значение по всем результатам табл. 2 практически совпадает с величиной  $\Delta_c U^\circ$  (кр; 298,15 К) =  $-632,82 \pm 0,54$  кДж·моль<sup>-1</sup>, полученной в [16]. Оно использовано нами для последующих расчетов энтальпий и свободных энергий Гиббса образования карбамида. Отсюда рекомендуемые стандартные энтальпии сгорания и образования кристаллического карбамида:  $\Delta_c H^\circ$  (кр; 298,15 К) =  $-631,58 \pm 0,54$  кДж·моль<sup>-1</sup>;  $\Delta_f H^\circ$  (кр; 298,15 К) =  $-333,59 \pm 0,56$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

С учетом энтропий кристаллического карбамида [8] и простых веществ [19, 20] находим стандартную свободную энергию Гиббса образования карбамида  $\Delta_f G^\circ$  (кр.; 298,15 К) =  $-197,64 \pm 0,57$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

Термодинамические функции образования жидкого карбамида при температуре 400 К получены с учетом энтальпии плавления, теплоемкости в кристаллическом и жидком состоянии [8, 21]:  $\Delta_f H^\circ$  (ж; 400 К) =  $-320,66 \pm 0,70$  кДж·моль<sup>-1</sup>;  $\Delta_f G^\circ$  (ж; 400 К) =  $-150,83 \pm 0,97$  кДж·моль<sup>-1</sup>.

Статистический расчет термодинамических свойств карбамида в состоянии идеального газа для температурного интервала 298,15—1 000 К приведен в табл. 3.

Таблица 3

Термодинамические свойства карбамида в состоянии идеального газа ( $G_p^0$ ,  $S_T^0$ ,  $(H_T^0 - H_O^0) \cdot T^{-1}$ ,  $(G_T^0 - H_O^0) \cdot T^{-1}$ , Дж·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>;  $\Delta_f H^0$ ,  $\Delta_f G^0$ , кДж·моль<sup>-1</sup>)

T, K	$G_p^0$	$S_T^0$	$(H_T^0 - H_O^0) T^{-1}$	$-(G_T^0 - H_O^0) T^{-1}$	$-\Delta_f H^0$	$-\Delta_f G^0$
298,15	77,56	282,23	51,88	230,35	237,09	154,01
300	77,85	282,71	52,04	230,67	237,15	153,49
400	92,07	307,13	60,34	246,80	239,89	125,16
500	103,58	328,96	67,87	261,08	241,74	96,24
600	112,92	348,69	74,63	274,07	242,90	67,02
700	120,64	366,70	80,67	286,03	243,50	37,66
800	127,18	382,25	86,08	297,16	243,68	7,45
900	132,59	398,56	90,97	307,59	243,51	-21,18
1000	137,80	412,82	95,41	317,41	243,06	-50,57

Таким образом, результаты нашей работы дают возможность рассчитывать термодинамические функции многочисленных реакций с участием карбамида в различных агрегатных состояниях.

### Список литературы

1. Вишнякова Т. П., Голубева И. А., Глебова Е. В. // Успехи химии. 1985. Т. 54. № 3. С. 429.
2. Статева Р. П., Кафаров В. В., Мешалкин В. П. // ЖПХ. 1986. Т. 59. № 5. С. 1036.
3. Френкель М. Л., Гусев Е. А., Кабо Г. Я. Там же. 1983. Т. 56. № 1. С. 212.
4. Ruehrwein R. A., Huffman H. M. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1946. V. 68. N 9. P. 1759.
5. Suzuki K., Onishi S., Koide T., Seki S. // Bull. Chem. Soc. Japan. 1956. V. 29. N 1. P. 127.
6. De Wit H. G. M., van Miltenburg J. C., de Kruif C. G. // Journ. Chem. Thermodynamics. 1983. V. 15. N 7. P. 651.
7. Красулин А. П., Козыро А. А., Кабо Г. Я. // ЖПХ. 1987. Т. 60. № 1. С. 104.
8. Козыро А. А., Даллидович С. В., Красулин А. П. Там же. 1986. Т. 59. № 7. С. 1456.
9. Saito Y., Machida K., Uno J. // Spectrochim. Acta. 1971. V. 27 A. N 7. P. 991.
10. King S. T. Ibid. 1972. V. 28 A. N 2. P. 165.
11. Campos-Vallette M. M., Toro-Lable A., Contreras R. R., Diaz F. G. // Journ. Mol. Struct. 1986. V. 142. N 1. P. 91.
12. Brown R. D., Godfrey P. D., Storey J. // Journ. Mol. Spectrosc. 1975. V. 58. N 3. P. 445.
13. Смирский В. В., Кабо Г. Я., Френкель М. Л. // ЖФХ. 1986. Т. 60. № 8. С. 2057.
14. Александров Ю. И., Олейник Б. Н., Усвяцева Т. Р. // Тр. метролог. ин-тов СССР. 1971. Вып. 129(189). С. 155.
15. Александров Ю. И., Осипова Т. Р., Юшкевич В. Ф. и др. // Термодинамика органических соединений: Межвуз. сб. / Горьк. гос. ун-т. 1979. Вып. 8. С. 65.
16. Huffman H. M. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1940. V. 62. N 10. P. 1009.
17. Mansson M., Sunner S. // Acta Chem. Scand. 1963. V. 17. N 8. P. 723.
18. Johnson W. H. // Journ. Res. Nat. Bur. Stand. 1975. V. 79 A. N 3. P. 487.
19. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. / Под. ред. В. П. Глушко. М., 1978. Т. 1. Вып. 2. С. 18, 31, 207.
20. Там же. 1979. Т. 2. Вып. 2. С. 10.
21. Gambino M., Bros J. P. // Thermochimica Acta. 1988. V. 127. N 1. P. 223.

УДК 620.198

Т. Л. МАСЬКЕВИЧ, Г. Л. ЩУКИН, А. Л. БЕЛАНОВИЧ

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ТЕРМООБРАБОТКИ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СПЛАВА АЛЮМИНИЯ (Д-16) НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ И СВОЙСТВА АНОДНЫХ ПЛЕНОК

Дуралюмин Д-16—сплав на основе алюминия, легированный медью (3,8—4,9 %), магнием (1,2—1,8 %), марганцем (0,3—0,9 %) и содержащий примеси железа (0,5 %), цинка (0,3 %), титана (0,1 %) и никеля (0,1 %). Механические свойства сплава Д-16 зависят от режима его предварительной термической обработки. Отжиг сплава при 500 °С приводит к образованию твердого раствора, который распадается при медленном охлаждении с выделением соединения  $\text{CuAl}_2$  и в небольшом количестве —  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  (сплав Д-16АМ). При быстром охлаждении в воде твердый раствор вначале сохраняется в пересыщенном состоянии, из которого при старении выделяется упрочняющая фаза, близкая по составу к  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  (сплав Д-16АТ) [1].

При анодировании сплавов алюминия, содержащих более 3,5 % меди (Д-1, Д-16, Д-21 и др.), в растворах серной кислоты при комнатной температуре формируются пористые, непрозрачные, малоизносостойкие анодные оксидные пленки (АОП) [2—5].

Сведения о поведении интерметаллидов  $\text{CuAl}_2$  и  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  при анодном окислении дуралюминов в серной кислоте противоречивы [6—9]. По

данным [6], при анодировании на включениях  $\text{CuAl}_2$  образуется тонкая оксидная пленка, которая предохраняет эти включения от растворения. По другим сообщениям [7—9], кристаллы  $\text{CuAl}_2$  и  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  в процессе анодного окисления полностью растравливаются, образуя полости — макropоры, размеры которых значительно превышают размеры микропор.

Представляет интерес сравнить условия формирования и свойства анодных пленок на двух видах дуралюмина (Д-16АМ и Д-16АТ), а также выявить возможности их электрохимического окрашивания в черный цвет. Результаты этого исследования рассмотрены в предлагаемой статье.

Анодированию подвергли пластины  $60 \times 20$  мм из сплавов Д-16АМ и Д-16АТ (I и II соответственно), которые предварительно травили в 10 %-ном растворе  $\text{NaOH}$  при  $60\text{--}80^\circ\text{C}$  в течение 2—3 мин до полного стравливания лакирующего слоя алюминия, а затем осветляли в 40 %-ном растворе азотной кислоты. Формирование анодных пленок на поверхности пластин осуществляли в 5—30 %-ных растворах серной кислоты при плотности тока  $1\text{--}5$  А/дм<sup>2</sup> в течение 1—60 мин.

Толщину анодных пленок определяли на поперечном микрошлифе с помощью микроинтерферометра МИИ-4. Относительную пористость оценивали методом наполнения пор веретенным маслом [10]. Корроззионно-защитные свойства пленок оценивали по ГОСТ 9-0.31-74 методом периодического погружения в подкисленный раствор, содержащий 5 %  $\text{NaCl}$  и 0,03 %  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

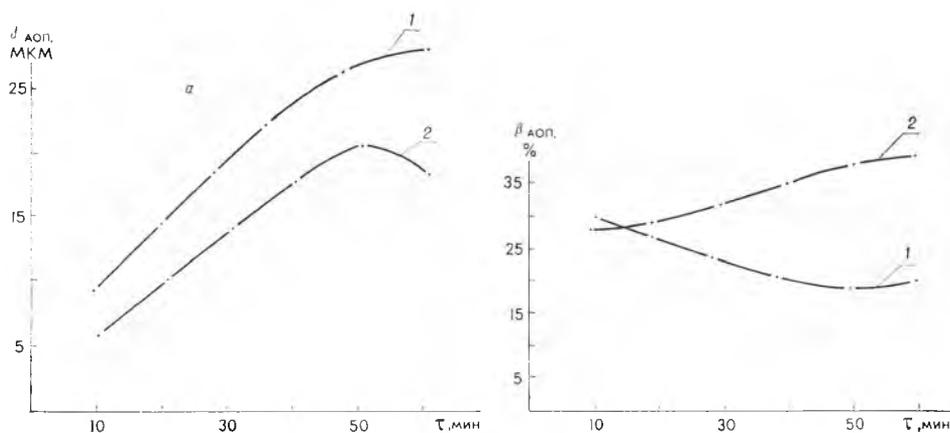


Рис. 1. Зависимость толщины (а) и пористости (б) АОП, сформированных в 20 %-ном растворе серной кислоты на сплавах Д-16АМ (1) и Д-16АТ (2), от времени анодирования. Условия анодного процесса:  $D_a = 2$  А/дм<sup>2</sup>,  $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$

Толщина анодных пленок, формируемых на сплавах I и II, достигает максимального значения за 40—50 мин анодирования (рис. 1, а). При этом скорость роста толщины АОП на сплаве Д-16АМ (I) больше, чем на сплаве Д-16АТ (II), и после 50 мин анодирования на сплаве I практически не изменяется, а на II несколько уменьшается. Относительная пористость анодных пленок на сплаве I с увеличением времени анодирования уменьшается, а на II — наоборот, увеличивается (рис. 1, б). По-видимому, интерметаллиды в сплаве II, в отличие от I, растравливаются в процессе анодирования, образуя полости — макropоры.

При анодировании обоих изучавшихся сплавов толщина АОП, формирующихся за одно и то же время, возрастает с повышением концентрации серной кислоты до 20—25 %, а затем уменьшается (рис. 2), что можно связать с увеличением скорости растворения АОП. Характерно, что скорость роста оксидных пленок на сплаве I во всем исследованном интервале концентраций  $\text{H}_2\text{SO}_4$  приблизительно на 25 % больше, чем на сплаве II.

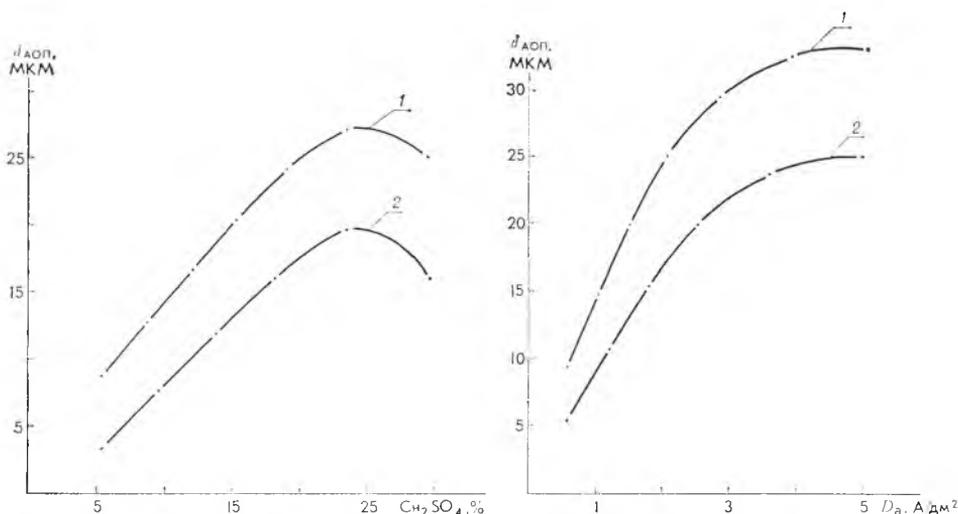


Рис. 2. Изменение толщины АОП на сплавах Д-16АМ (1) и Д-16АТ (2) от концентрации серной кислоты;  $\tau = 40$  мин; условия анодирования см. рис. 1

Рис. 3. Зависимость толщины АОП, сформированных в 20 %-ном растворе серной кислоты на сплавах Д-16АМ (1) и Д-16АТ (2), от плотности формирующего тока. Условия анодирования см. рис. 1

С повышением плотности тока анодирования толщина анодной пленки линейно возрастает до 3—4 А/дм<sup>2</sup>, и далее рост замедляется (рис. 3).

Дальнейшее увеличение плотности тока приводит к разогреву электролита в зоне формирования анодного оксида и более интенсивному его растворению, что является причиной замедления роста толщины пленок.

Коррозионная стойкость АОП одинаковой толщины на сплаве Д-16АТ примерно в два раза ниже, чем на Д-16АМ (0,026 и 0,01 мг/см<sup>2</sup>·сут соответственно).

Полученные данные дают основание утверждать, что скорость роста АОП и их относительная пористость определяются не только химическим составом сплава, но и его структурными изменениями, происходящими при термической обработке сплава.

Следует отметить, что АОП на сплавах I и II характеризуются различной способностью к электрохимическому окрашиванию в черный цвет, которое проводили в медном и никель-кобальтовом электролитах [11, 12] путем осаждения в порах АОП продуктов электролиза при действии тока переменной полярности.

АОП одинаковой толщины (15—16) мкм на сплавах I и II в медном электролите окрашивали в черный цвет при клеммовом напряжении 10 В в течение 10 мин. Затем АОП уплотняли в кипящей дистиллированной воде с целью закупорки пор за счет гидратации оксида алюминия. АОП на сплаве Д-16АМ, окрашенная в черный цвет, после уплотнения цвет не изменяет, а на сплаве Д-16АТ приобретает зеленый оттенок. Наблюдаемое явление обусловлено, по-видимому, тем, что восстановленная в порах АОП мелкодисперсная медь черного цвета не закупоривается при кипячении в воде и окисляется с образованием продукта зеленого цвета. В случае окрашенных АОП на чистом алюминии и сплаве I, отличающихся от сплава II меньшей пористостью, поры при уплотнении закрываются и цвет АОП не изменяется.

В никель-кобальтовом электролите АОП на алюминии и его сплаве Д-16АМ окрашиваются при клеммовом напряжении 15 В в течение 15 мин в черный цвет, а пленки на сплаве Д-16АТ — только в темно-серый цвет. При уплотнении цвет окрашенных АОП не изменяется.

Таким образом, условия термообработки сплава Д-16 существенно влияют на процесс формирования АОП, их свойства и способность к электрохимическому окрашиванию в черный цвет.

## Список литературы

1. Мальцев М. В. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов. М., 1970.
2. Туманов А. Н., Макаров Н. А. // Коррозия и защита алюминиевых сплавов. М., 1949. С. 75.
3. Анодные окисные пленки на легких сплавах / Под ред. И. П. Францевича. Киев, 1977. С. 72.
4. Голубев А. И., Утянская А. И. // Размерное травление и анодирование алюминиевых сплавов. М., 1950. Вып. 1. С. 55.
5. Зарецкий Е. М., Павловская Т. Г. // Химические и электрохимические методы обработки легких металлов и сплавов. Л., 1964. Ч. 1. С. 16.
6. Fischer H., Budiloff N., Koch L. // Korr. u Metallschutz. 1940. В. 16. S. 236.
7. Голубев А. И., Туманов А. Н., Филиппова А. П. // Коррозия и защита металлов. М., 1957. С. 48.
8. Томашов Н. Д., Бялобжеский А. В. // Исследования по коррозии металлов: Тр. Ин-та физ. химии. М., 1951. Вып. 3. № 2. С. 17.
9. Тюкина М. Н., Игнатов Н. Н., Заливалов Ф. П., Томашов Н. Д. // ЖПХ. 1983. Т. 36. Вып. 2. С. 338.
10. Томашов Н. Д., Тюкина М. Н., Заливалов Ф. П. Толстослойное анодирование алюминия и его сплавов. М., 1968. С. 29.
11. А. С. 1379344 СССР // БИ. 1988. № 9.
12. А. С. 1145061 СССР // БИ. 1985. № 10.

УДК 77.021.741+771.534.531

Г. М. КОРЗУН, С. К. РАХМАНОВ,  
А. А. КУЗЬМИЧЕВ, В. Н. ХВАЛЮК

### ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УСИЛЕНИЯ ПО МЕТОДУ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СЕРЕБРА ОТ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ИСХОДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Процесс усиления химически проявленного изображения на галоген-серебряных фотоматериалах по методу диспергирования серебра (МДС), характеризующийся высокой эффективностью, основан на повышении степени дисперсности составляющих это изображение частиц серебра за счет окислительно-восстановительного переосаждения серебра [1—3]. Существенной особенностью этого процесса является зависимость эффективности усиления изображения, характеризуемой коэффициентом усиления  $K_y = D_y/D$  ( $D_y$  и  $D$  — оптическая плотность усиленного и исходного изображения соответственно), от величины  $D$ , что обеспечивает возможность регулирования в широких пределах сенситометрических характеристик черно-белых галогенсеребряных материалов в зависимости от их типа и условий усиливающей обработки.

Основными видами зависимости  $K_y = f(D)$  являются субпропорциональная (уменьшение  $K_y$  с ростом  $D$ ), пропорциональная (сохранение постоянного значения  $K_y$  при увеличении  $D$ ) и суперпропорциональная (увеличение  $K_y$  с ростом  $D$ ) (рис. 1). Знание природы этих видов рассматриваемой зависимости, различные сочетания которых дают все наблюдаемые на практике варианты зависимости  $K_y = f(D)$  при усиливающей обработке по МДС радиографического изображения на га-

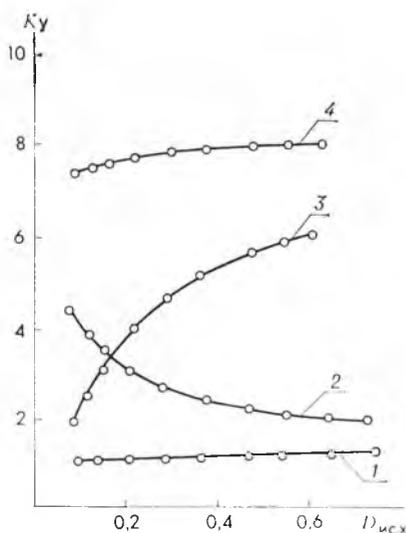


Рис. 1. Варианты зависимости  $K_y = f(D)$  при усилении радиографического изображения на пленке РТ-1 по методу диспергирования серебра: субпропорциональная (2); пропорциональная (1, 4); суперпропорциональная (3)

логенсеребряных материалах, представляет интерес для прогнозирования достигаемых при усилении сенситометрических характеристик галогенсеребряных материалов, а также для понимания существа процессов, обеспечивающих повышение степени дисперсности составляющих изображение частиц серебра.

Цель данной работы заключалась в изучении природы основных видов зависимости  $K_y = f(D)$  с использованием методов просвечивающей оптической микроскопии и спектроскопии.

Объектом исследования служила крупнозернистая (размер микрокристаллов  $\sim 3$  мкм) безэкранный рентгенотехническая пленка РТ-1, экспонирование и химико-фотографическая обработка которой проводилась по методике [3].

Усиление сенситограмм, полученных после стандартной обработки образцов пленки, осуществляли с использованием растворов, обеспечивающих, как показано ранее [3, 4], субпропорциональную (отбеливатель на основе KI, усилитель на основе борогидрида натрия), пропорциональную (отбеливатель на основе NaCl, усилитель на основе двухлористого олова) и суперпропорциональную (отбеливатель на основе NaCl, усилитель на основе двухлористого олова с добавкой сульфита натрия) зависимость  $K_y = f(D)$  (см. рис. 1).

Структура химически проявленного и усиленного радиографического изображения изучалась методом просвечивающей оптической микроскопии с помощью микроскопа Studar SB (увеличение 400х). Приготовление образцов для просмотра осуществляли путем удаления с пленки одного из двух эмульсионных слоев.

Спектры пропускания серебряного изображения записывались на приборе Sperecord M-40.

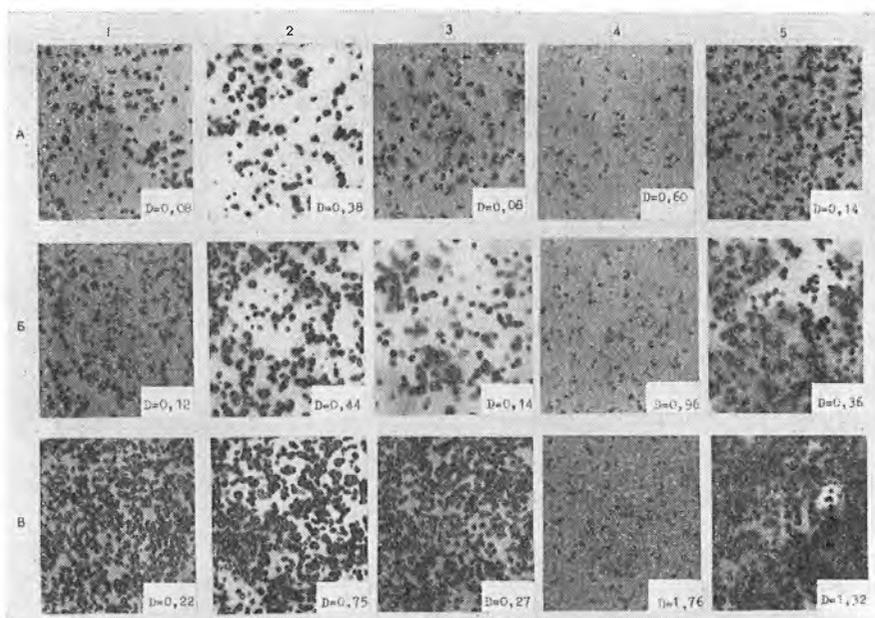


Рис. 2. Микроскопическая картина структуры радиографического изображения на пленке РТ-1 после химического проявления (серия 1) и после усиления по МДС в субпропорциональном (2), пропорциональном (3, 4), суперпропорциональном (5) вариантах. Увеличение — 1000 х

Структура химически проявленного и усиленного радиографического изображения представлена на микрофотографиях (рис. 2). При этом микрофотографии серий 2—5 относятся соответственно к субпропорциональной, пропорциональной и суперпропорциональной зависимости  $K_y = f(D)$  (см. рис. 1). Особенность спектров поглощения частиц сере-

бра, формирующих изображение, не подвергавшееся усилению и усиленное тремя указанными способами (рис. 3), состоит в том, что на оси ординат отложены значения кроющей способности серебра  $K_C = D/m$  ( $D$  — оптическая плотность изображения,  $m$  — масса серебра, составляющего изображение,  $г \cdot см^{-2}$ ), а не значение  $D$ . Указанный способ представления спектров поглощения используется в фотографических исследованиях [5, 6] и в данном случае предпочтителен, так как позволяет не учитывать при рассмотрении результатов эксперимента массу серебра изображения — переменную величину, которая зависит от экспозиции и условий химического проявления пленок.

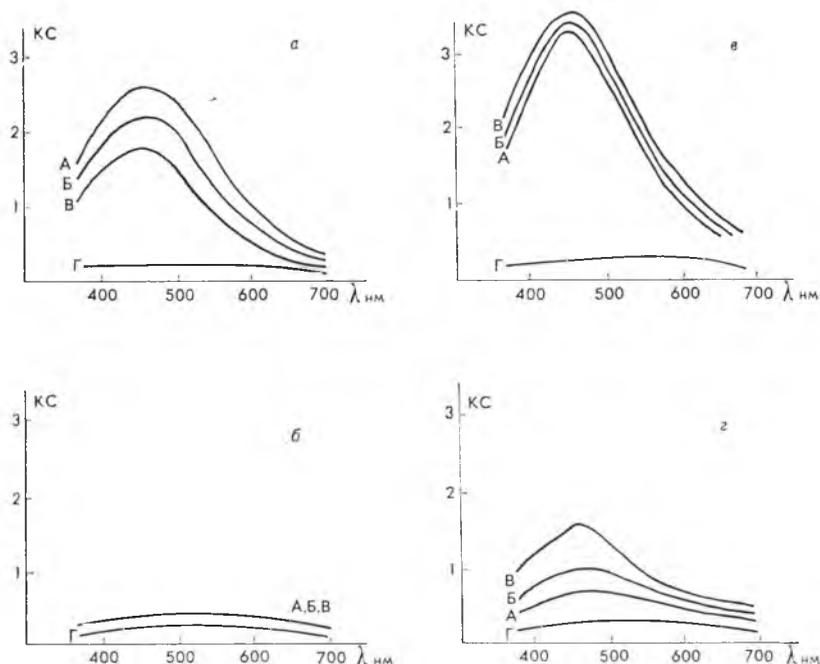


Рис. 3. Спектры поглощения частиц серебра, составляющих радиографическое изображение на пленке РТ-1 (см. рис. 2), для различных исходных плотностей ( $A$  — 0,08,  $B$  — 0,12,  $B$  — 0,22) после химического проявления ( $\Gamma$ ), после усиления по МДС в субпропорциональном ( $a$ ), пропорциональном ( $б$ ), суперпропорциональном ( $в$ ) вариантах

Из приведенных данных следует, что характер зависимости  $K_y = f(D)$  достаточно определенно связан с изменением структуры изображения в результате усиливающей обработки. Если эта зависимость имеет субпропорциональный характер, доля серебра изображения, степень дисперсности которого возрастает при усилении, уменьшается с увеличением  $D$  (см. рис. 2, сер. 2). Об этом же свидетельствуют соответствующие спектры поглощения (см. рис. 3,  $a$ ), на которых пик поглощения с максимумом в области 440—460 нм соответствует частицам серебра от 0,005 до 0,1 мкм [7, 8], что на 1—2 порядка меньше частиц серебра, составляющих химически проявленное изображение (см. рис. 2, сер. 1) [2].

При суперпропорциональном варианте зависимости  $K_y = \hat{f}(D)$  доля серебра изображения, степень дисперсности которого возрастает при усилении, увеличивается (см. рис. 2, сер. 5; рис. 3,  $в$ ). Если рассматриваемая зависимость имеет пропорциональный характер, повышение оптической плотности при его усилении может быть обусловлено изменением оптических констант формирующей изображение твердой фазы. В отличие от указанных видов зависимости  $K_y = f(D)$  оно не связано со сколько-нибудь существенным изменением степени дисперсности составляющих это изображение частиц серебра (см. рис. 2, сер. 3; рис. 3,  $б$ ) или это изменение не зависит от величины  $D$  (см. рис. 2, сер. 4; рис. 3,  $в$ ).

Поскольку усиление серебряного изображения обусловлено уменьшением размеров составляющих его частиц твердой фазы, в условиях постоянства массы серебра в изображении при различных вариантах усиливающей обработки и существенном различии размеров частиц серебра до и после его диспергирования величина  $K_y$  должна бы иметь физический смысл доли серебра изображения, переходящего в мелкодисперсное состояние в результате усиления. Рассмотренные результаты являются прямым экспериментальным доказательством выполнения этого положения.

### Список литературы

1. Браницкий Г. А., Капариха А. В., Лапшина В. В. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 37.
2. Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 20.
3. Браницкий Г. А., Корзун Г. М., Рахманов С. К. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 1. С. 102.
4. Браницкий Г. А., Сташенок В. Д., Рогач Л. П. и др. Принципы усиления серебряного изображения, основанные на диспергировании частиц серебра и его осаждении из проявляюще-фиксирующих растворов / Редкол. журн. «Весті АН БССР. Сер. хім. навук». Минск, 1987. 26 с. Деп. в ВИНТИ 24.11.87. № 8944-B87.
5. Berry C. R., Skillman D. C. // Phot. Sci. Eng. 1969. V. 17. N 8. P. 145.
6. Joenes R. C., Bird G. R. // Phot. Sci. Eng. 1972. V. 16. N 1. P. 16.
7. Skillman D. C., Berry C. R. // Journ. Opt. Soc. Am. 1973. V. 63. N 6. P. 707.
8. Klein E., Metz H. J. // Phot. Sci. Eng. 1961. V. 5. N 1. P. 5.
9. Корзун Г. М., Рахманов С. К., Кузьмичев А. А. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1988. № 6. С. 96.



УДК 577.472(28)

Н. М. КРЮЧКОВА

## ФИТОФИЛЬНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЛИТОРАЛИ ОЗ. НАРОЧЬ

Экологические условия обитания организмов в литорали и пелагиали водоемов существенно различаются. В прибрежной зоне более резко выражены суточные колебания температуры, другие условия освещения, сильнее проявляются механические факторы и, следовательно, иной состав беспозвоночных.

Слабая изученность литорального комплекса животных практически во всех водоемах мира в значительной степени связана с отсутствием единой методики их сбора [1]. Учет фитофильных организмов на фоне экологических группировок беспозвоночных отличается большим разнообразием методов сбора отдельных групп животных и последующего их пересчета на единицу измерения. Наиболее рациональным считается подход В. И. Бута [2], в основу которого положена идея отлова фитофильных животных в определенном объеме воды с обязательным учетом растительной навески в нем. В последние годы широкое распространение получил способ пересчета животных на 1 кг сырой массы растения, впервые предложенный Segerstale (цит. по [1]).

В литорали водоемов, как пограничной зоне между наземной и водной средой жизни, возникает явление краевого эффекта [3], что проявляется в видовом разнообразии и богатом количественном развитии зоофильных организмов.

Значительная группа коловраток, низших ракообразных и большинство насекомых, входящих в состав зоофитоса, проявляют четкую приуроченность к высшей водной растительности. Фитофилия как экологический фактор выражена у этих видов в разной степени и обусловлена топическими и трофическими связями с растениями [4].

До последнего времени фитофильные беспозвоночные озер Белоруссии не изучены ни в качественном, ни в количественном отношении. В мае — июне 1986 г. проведены первые исследования их в литоральной зоне мезотрофного оз. Нарочь. Одновременно на пяти станциях с периодичностью 5—7 дней отбирались пробы не менее, чем с 4—5 видов макрофитов с глубин от 0,5 до 1,5 м. Водные растения вместе с водой и животными отбирали в полиэтиленовые мешки [5] размером 30—40 см и помещали в кристаллизаторы.

Водные растения как субстрат характеризуются разнообразием морфологического строения и динамикой фитомассы в сезонном и межгодовом аспектах. Выбор животными определенной растительности в качестве местообитания зависит от многих факторов: площади листовой поверхности, различия в природном режиме и градиента температуры воды в поверхностном и придонном слоях.

Пробы отбирали на следующих видах растений: *Chara Vaillant* sp., *Numphar lutea* (L) Smith, *Stratiotes aloides* L, *Patamogeton lucens* L,

Общая численность ( $N$ , экз./г воздушно-сухой массы)  
и биомасса ( $B$ , мг/г воздушно-сухой массы)  
фитофильных беспозвоночных оз. Нарочь ( $V-VI$ )

Показатели	Макрофиты					
	рдесты	ряска трехдольная	телорез	харовые водоросли	кубышка	тростник
$N$	189,13	168,0	75,69	46,62	39,0	28,5
$B$	8,10	7,37	2,91	1,47	0,88	0,77

Таблица 2

Соотношение основных групп беспозвоночных  
на высшей водной растительности ( $N$  группы /  $N$  общ., %)

Макрофиты	Cladocera		Copepoda	Rotatoria	Chironomidae	Oligochaeta	Прочие*
	Chydoridae	прочие					
Рдесты	35,0	32,8	18,9	25,8	31,7	51,4	24,7
Ряска	30,4	24,5	34,1	39,0	28,1	13,9	27,8
Телорез	17,5	21,5	16,9	9,0	19,6	8,8	15,1
Хара	8,3	5,8	20,2	9,5	9,8	14,9	12,9
Кубышка	5,2	11,3	5,6	5,2	5,9	4,7	9,8
Тростник	3,5	4,0	4,2	11,4	4,9	6,3	9,7

\* Гидроидные, паукообразные, клещи, остракоды, моллюски, личинки насекомых, пиявки.

*P. natans* L, *Phragmites australis* (Cav) Trin. ex Steud, *Lemna trisulca* L. Беспозвоночных учитывали тотально в камере Богорова. Рассмотрим отдельные виды макрофитов как возможный субстрат для обитания беспозвоночных в озерах Нарочанской группы (табл. 1). Виды растений в таблице приведены в порядке убывания общей численности и биомассы животных на них.

По нашим материалам, рдесты и ряска самое благоприятное место обитания животных. Это связано прежде всего с большой расчлененностью и, следовательно, большей площадью поверхности растений. Так, средняя численность животных составляла 189,1 и 168 экз./г воздушно-сухой массы. Вместе с тем на харе, имеющей также большую поверхность, количество животных было почти в четыре раза меньше, видимо, из-за способности хары выделять в окружающую среду вещества с аллелопатическими свойствами [6]. Аналогичная особенность наблюдается у элодеи и желтой кубышки. Самая низкая численность животных (почти в шесть раз ниже, чем на рдестах: 28,5 экз./г воздушно-сухой массы) отмечена на тростнике, имеющем небольшую по сравнению с другими растениями площадь, что ограничивает развитие комплекса фитофильных животных. Так же изменяется и биомасса беспозвоночных. Рассмотрим подробнее приуроченность отдельных групп животных к различным макрофитам (табл. 2). В количественном отношении численность их убывает от рдеста к тростнику, как в целом для зоофитоса. На рдестах и ряске сосредоточено более половины всей численности каждой группы, а приуроченность к остальным видам растений несколько различается по группам.

Для большинства групп благоприятным местообитанием является телорез. Для ветвистоусых раков, кроме хидорид, кубышка предпочтительнее (11,3 %), чем харовые водоросли. Явное предпочтение к плавающим

и погруженным растениям замечено у копепод. На плавающих растениях верхнего яруса (кубышка) количество организмов в четыре раза ниже, чем в нижнем ярусе (харовые — 20,2 %). Преобладание копепод на ряске (34,1 %) обусловлено, по-видимому, благоприятными условиями для ювенильных стадий развития, так как треть из всех обнаруженных копепод относится к науплиусам и копеподам. Около половины олигохет сосредоточены на рдестах 51,4 %.

Таблица 3

Соотношение основных видов ракообразных и коловраток на макрофитах  
(N вида / N общ. кладоцер или коловраток)

Виды беспозвоночных	Рдест	Ряска	Телорез	Хара	Кубышка	Тростник
<i>Acroporus harpae</i>	35,5	26,0	20,5	8,0	5,5	4,5
<i>Alona affinis</i>	32,0	42,0	10,0	7,5	5,0	3,5
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	35,5	21,0	27,5	6,5	6,0	3,5
<i>Peracantha truncata</i>	35,5	32,5	15,0	11,5	4,0	1,5
<i>Chydorus sphaericus</i>	47,0	32,5	6,5	1,0	3,0	1,5
<i>Eurycerus lamellatus</i>	14,0	41,0	11,5	30,0	2,0	1,5
<i>Sida crystallina</i>	39,5	22,0	22,5	4,0	10,0	2,0
<i>Euchlanus dilatata</i>	28,5	25,0	29,5	8,0	7,5	1,5
<i>Lecane luna</i>	12,5	66,0	9,5	3,0	3,5	8,5

Таблица 4

Приуроченность основных групп беспозвоночных к отдельным видам макрофитов

Группы беспозвоночных	Рдесты	Ряска	Телорез	Харовые водоросли	Кубышка	Тростник
Chydoridae	19,0	17,3	18,4	11,6	14,3	10,0
Прочие Cladocera	5,9	4,6	7,4	2,7	10,1	3,8
Copepoda	11,3	21,3	19,5	31,1	16,9	13,0
Rotatoria	12,0	18,9	8,1	11,3	12,0	27,4
Chironomidae	28,0	25,7	33,2	22,0	25,9	22,2
Oligochaeta	17,4	4,9	5,8	12,9	8,0	10,9
Прочие беспозвоночные	6,4	7,3	7,6	8,4	12,8	12,7

Приуроченность различных видов типично литоральных ракообразных и коловраток к макрофитам тоже неодинакова (табл. 3). Большинство видов, за исключением эврицеркуса, избирало для своего обитания преимущественно рдесты, ряску, телорез. На остальных макрофитах (хара, кубышка, тростник) численность их в сумме не превышала 20 %. Ряд видов: *Acroporus h.* (35,5 %), *Graptoleberis* (35,5 %), *Peracantha* (36,0 %), *Chydorus* (47,0 %) достигали наибольшего развития на рдестах, *Alona* (42,0 %), *Eurycerus* (41,0 %), *Lecane* (66,0 %) — на ряске. Типично фитофильный рачок *Sida crystallina* предпочитает погруженную растительность с максимально выраженной листовой поверхностью [7], и в наших водоемах преобладает на рдесте (39,5 %). Эврицеркус достигал максимума на ряске (41,0 %), хотя по преимуществу встречался у дна, поэтому его численность на харовых была весьма значительна (30 %).

Рассмотрим структуру сообщества беспозвоночных на каждом отдельно взятом виде макрофитов (табл. 4). Хидориды относительно равномерно заселяют разные виды растений, за исключением харовых водорослей и тростника; копеподы отдают предпочтение харовым, ряске и те-

лорезу, коловратки — тростнику и ряске; хирономиды одинаково хорошо развиваются на всех видах водной растительности, несколько предпочитая телорез и ряску; олигохеты преобладают на рдестах, прочие беспозвоночные (гидроидные, паукообразные, клещи, остракоды, моллюски, личинки насекомых и пиявки) — кубышку и тростник.

Таким образом, обнаружена достаточно четкая приуроченность беспозвоночных к определенным видам макрофитов. В целом по убывающей степени численности и биомассы животных водные растения можно расположить в такой последовательности: рдесты, ряска, телорез, харовые водоросли, кубышка, тростник.

Учитывая приуроченность животных к определенным видам макрофитов, для оценки численности и биомассы фитофильных беспозвоночных в водоемах разного типа необходимо изучать их развитие на основных типах зарослей, не ограничиваясь только отдельными видами водных растений.

### Список литературы

- 1 Зимбалевская Л. Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. Киев, 1981.
- 2 Бут В. И. // Докл. АН СССР. 1938. Т. 21. Вып. 3. С. 148.
- 3 Одум Ю. Основы экологии. М., 1975.
- 4 Беклемишев В. Н. // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. 1951. Т. 56. Вып. 3. С. 3.
- 5 Макаревич Т. А. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 99.
- 6 Кабанов Н. М. // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. 1961. Вып. 11. С. 361.
- 7 Зимбалевская Л. Н. // Гидробиолог. журн. 1966. Т. 2. № 5. С. 34.

УДК 598.829

В. В. ГРИЧИК

### ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ЖЕЛТОЙ ТРЯСОГУЗКИ (*Motacilla flava* L.) БЕЛОРУССИИ

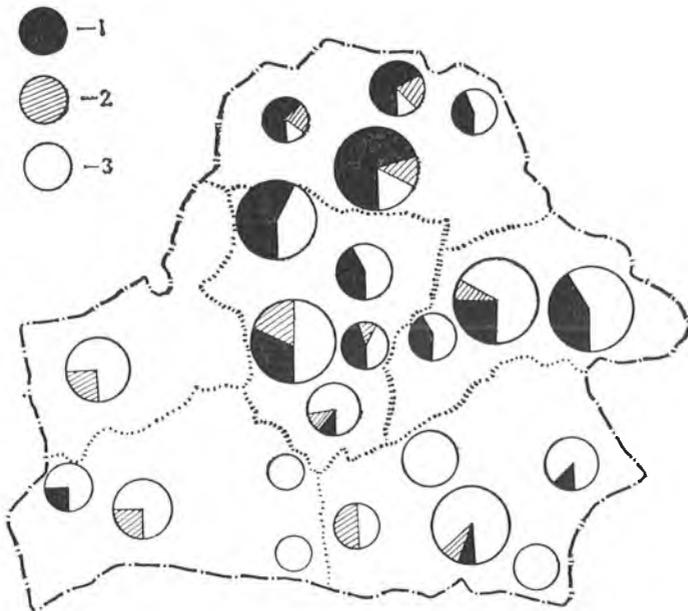
Анализ пространственно-генетической структуры вида, выражающей реальные степени его эволюционной дивергенции, актуален в ряде аспектов, начиная с процессов микроэволюции и кончая целями биологического мониторинга. Выделение внутривидовых таксонов — подвидов, отражающих высший уровень пространственной структурированности вида, — и детальное выяснение границ их распространения представляет интерес, далеко выходящий за рамки сугубо таксономических исследований.

Настоящая работа отражает часть результатов феногеографического исследования видов рода *Motacilla* L. и посвящена изучению изменчивости признаков окраски оперения у желтой трясогузки (*M. flava* L.) в связи с вопросом таксономической принадлежности популяций этого вида, населяющих территорию Белоруссии и сопредельные с ней районы. Обработаны коллекционные фонды Зоологического музея БГУ имени В. И. Ленина, Института зоологии АН БССР и Зоологического музея МГУ имени М. В. Ломоносова; кроме того, использованы собственные сборы и полевые наблюдения на территории Минского, Столбцовского, Мядельского и Миорского районов. Всего с территории республики исследовано 147 фенотипически диагностируемых экземпляров — самцов в весенне-летнем оперении. При обработке музейных фондов ранние весенние экземпляры (апрель — начало мая) во внимание не принимались, как возможные пролетные, не принадлежащие к местным популяциям. Исследован также ряд выборок из соседних с Белоруссией Псковской, Смоленской, Брянской областей и из Прибалтики. Для анализа географического распределения признаков использован метод секториальных графиков [1].

## Результаты и их обсуждение

В литературе, в том числе в сводке по птицам Белоруссии [2], для территории республики указаны две географические формы желтой трясогузки — *Motacilla flava flava* L. и *M. f. thunbergi* Billb., однако их распространение описано не совсем верно. Отсутствием конкретности страдает и приведенное в сводке описание отличий этих форм, в частности, основным отличительным признаком названа окраска спины, в действительности для диагностики данных подвидов совершенно непригодная.

Проанализирована изменчивость таких признаков окраски оперения, как окраска верха головы (темная либо светлая, иногда с вкраплением зеленых перьев), окраска кроющих уха (черноватая либо светлая, иногда белесая), наличие либо отсутствие белой (изредка желтой) полосы над глазом или только позади глаза, окраска оперения подбородка (белая либо желтая), наличие или отсутствие «ошейника» из черных перьев вокруг зоба и др. Определяющими признаками для различения *M. f. flava* и *M. f. thunbergi* следует считать окраску верха головы и кроющих уха: она очень темная, черноватая у *thunbergi* и гораздо более светлая, серая у *flava s. str.* Все прочие признаки сильно варьируются в частотах своего проявления в разных выборках и для диагностики данных подвидов имеют в лучшем случае второстепенное значение.



Распределение фенотипов *Motacilla flava* в выборках:  
1 — *thunbergi*; 2 — особи промежуточного фенотипа (светлый верх головы, темные кроющие уха); 3 — *flava s. str.*

Соотношение светло- и темноголовых птиц в 22 выборках с территории Белоруссии свидетельствует (см. рисунок), что как типичные светлоголовые *flava*, так и особи, по темной окраске головы и кроющих уха соответствующие фенотипу *thunbergi*, встречаются по всей территории. Однако доля последних минимальна в южных областях (Брестская и Гомельская), возрастает в средней части республики (34,5 % в совокупности выборки из Минской и 35,3 % — Могилевской областей) и достигает 66,7 % в общей сумме выборок из Витебской области.

Исходя из этого популяции *Motacilla flava* L., населяющие южные области Белоруссии, можно однозначно отнести к типовому подвиду *M. f. flava* L. Наличие в них незначительного процента темноголовых птиц отражает общее свойство географической изменчивости желтых

трясогузок, для которых вообще характерно глубокое проникновение фенотипов, свойственных одним подвидам, в области распространения других, иногда географически сильно удаленных подвидов. Сказанное хорошо иллюстрирует интересный экземпляр (взрослый самец) желтой трясогузки, добытый 16.08.30 г. вместе с типичными экземплярами *M. f. flava* L. на р. Ведречь в Гомельской области (инв. № 1560 коллекции Института зоологии АН БССР). Он имеет оливково-зеленый верх головы, желтоватую бровь и ярко-желтую окраску оперения груди и брюха. Подобный тип окраски присущ группе так называемых желтоспинных трясогузок, в частности особям формы *lutea* Gm., часто принимаемой за самостоятельный вид и населяющей юго-восток Европейской части СССР и северный Казахстан. Едва ли здесь следует говорить о дальнем залете *Motacilla lutea* Gm. из ее основного ареала в Белоруссию; гораздо вероятнее, что данная особь представляет лишь редкую комбинацию признаков (фенов), возникающую время от времени в популяциях типичных *M. f. flava* L.

Количественное соотношение фенотипов в выборках из средней и северной частей республики не позволяет однозначно отнести эти популяции к какому-либо из двух подвидов. Очевидно, эта территория принадлежит к области так называемых «смешанных популяций» [3], сочетающих оба фенотипа в близких соотношениях. Подобная ситуация описана из южной половины Финляндии, Карелии, Ленинградской области и Эстонии [3], и, как свидетельствуют изученные нами материалы, распространена и далее к югу, охватывая северную половину Белоруссии, Псковскую и, по крайней мере, запад Смоленской области, а также, видимо, территорию Латвийской и Литовской ССР.

Некоторыми исследователями [4, 5] в ряде мест отмечены различия в предпочитаемых биотопах между темноголовыми и светлоголовыми птицами; в частности, в одних и тех же районах *M. f. thunbergi* находили гнездящейся на сфагновых и торфяных болотах, а *M. f. flava* — на лугах и полях. В условиях Белоруссии подобная закономерность не прослеживается, и даже на обширных верховых болотах гидрологического заказника «Ельня» (Миорский район Витебской области), как показали наши наблюдения в мае и июле 1989 г., наряду с преобладающими там особями фенотипа *thunbergi*, гнездятся и типичные светлоголовые *flava*. Южнее, например, на сфагновых и осоковых болотах Мядельского и Минского районов, встречаются оба типа окраски в приблизительно равных соотношениях или с преобладанием фенотипа *flava* s. str.

Прочие дискретные признаки окраски оперения у желтой трясогузки не дают столь явственной картины географической изменчивости на территории республики. Значительное количество особей местных популяций имеет хорошо выраженный белый подбородок (более 10 мм от основания подклювья), причем доля таких птиц выше в восточных районах (24,2 % в совокупности выборок из Минской области и 36,0 % — из Гомельской). Этот факт отражает общую тенденцию увеличения доли белогорлых особей к востоку Европейской части СССР, где, начиная с Поволжья, гнездится почти сплошь белогорлая форма *M. f. beema* Sykes. Однако отнесение Цедлитцем к этому подвиду светлоголовых белогорлых особей из бассейна Припяти [6] неправомерно как с точки зрения общих современных представлений о подвиде, так и ввиду существенного отличия полесских белогорлых птиц от настоящих *beema*. В частности, у птиц с бассейна Припяти, за редким исключением, отсутствует такой характерный для *M. f. beema* признак, как белесая окраска нижних кроющих уха.

Не более чем индивидуальным отклонением, т. е. одним из вариантов свободного сочетания признаков, следует считать и указанную Цедлитцем [6] для бассейна Припяти под именем *M. f. dombrovskii* Tsch. форму с хорошо выраженной белой бровью, серой головой и черноватой окраской кроющих уха.

Таким образом, анализ изменчивости фенотипа *Motacilla flava* даже

на сравнительно небольшой территории свидетельствует о сложной пространственной структурированности этого вида. Следует, однако, заметить, что перечисленные признаки в окраске оперения проявляются большей частью лишь у взрослых самцов; у самок и молодых птиц даже диагностика подвидов на уровне современных знаний практически невозможна. Именно это обстоятельство препятствует решению вопросов, связанных с наследованием признаков, гибридизацией различных географических форм, которые могли бы пролить свет на сложную картину реальных взаимоотношений внутри комплекса форм *Motacilla flava* s. l.

### Список литературы

1. Майр Э. Принципы зоологической систематики. М., 1971. С. 208.
2. Федюшин А. В., Долбик М. С. Птицы Белоруссии. Минск, 1967. С. 398.
3. Dittberner H., Dittberner W. Die Shafstelze Wittenberg, 1984.
4. Бианки В. Л. // Ежегодник Зоол. музея Академии наук. 1910. Т. 15. С. 75.
5. Bylin K. // Medd. Dalarnas Orn. Fören. 1973. B. 7. N 1. S. 16.
6. Zedlitz O. // Journ. Ornithol. 1921. B. 69. S. 308.

УДК 591.48-616.7

*И. П. ХРИПЧЕНКО, А. Т. ПИКУЛЕВ, М. Ф. КУКУЛЯНСКАЯ,  
Е. В. ЗАЙКИНА, О. М. КОНОПАЦКАЯ*

### ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТАБОЛИЗМА МОЗГА КРЫС-ОПУХОЛЕНОСИТЕЛЕЙ САРКОМЫ М-1

Обширный фактический материал, накопленный к настоящему времени, свидетельствует о закономерных изменениях во всем организме, о системном влиянии опухоли на органы и ткани, на обмен веществ, причем не только при наличии опухоли, но иногда и в предопухолевый период [1]. В связи с этим для понимания клинического и биологического эффектов ряда воздействий на опухоль несомненный интерес представляет изучение отдельных сторон метаболизма в тканях опухоленосителя (нервная система, кровь, опухоль) с необходимой оценкой функционального состояния нервной системы как интегрирующей и направляющей системы организма. С этой целью нами изучались активность ацетилхолинэстеразы (КФ 3.1.1.7, АХЭ), содержание пиридоксальных коферментов (пиридоксаль-фосфат и пиридоксамин-фосфат-ПАЛФ и ПАМФ) и активность гексокиназы (КФ 2.7.1.1) в субклеточных фракциях мозга носителей саркомы М-1 (SM-1).

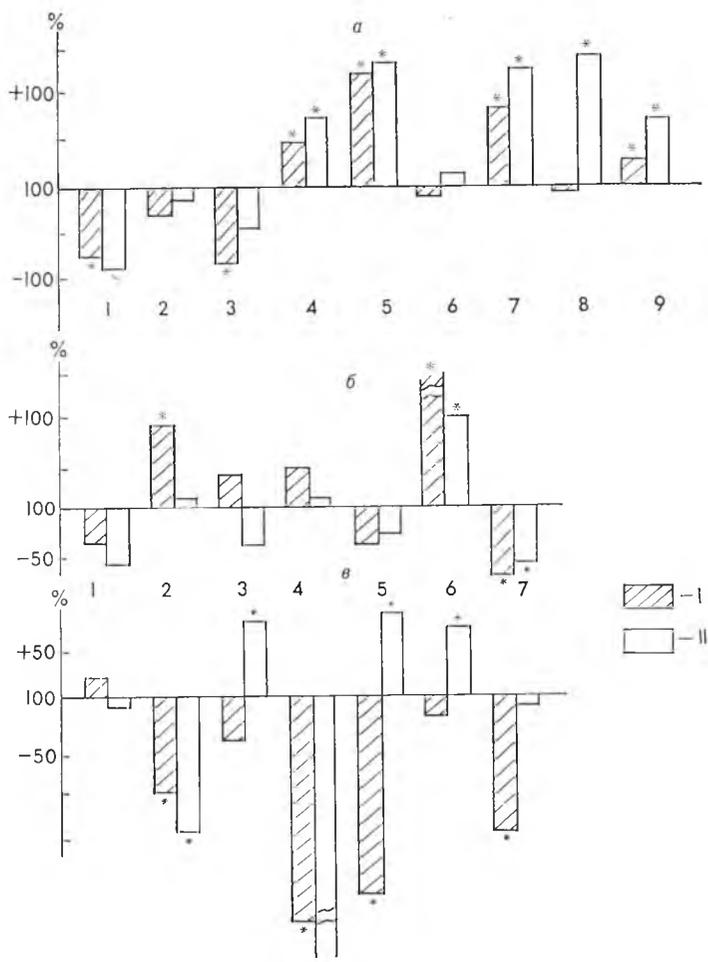
### Материал и методика

Опыты проведены на крысах массой 140—160 г стадного разведения с перевиваемой под кожу саркомой М-1. Условия трансплантации опухоли, гипергликемии и (или) гипертермии по [2]. В качестве цитостатиков использовали циклофосфан (внутримышечно однократно 80 мг/кг) и адрибластин (внутривенно 5 мг/кг). Выделение субклеточных фракций мозга и методы определения активности АХЭ, гексокиназы и содержания ПАЛФ и ПАМФ описаны в [2].

### Результаты исследований и их обсуждение

Функциональная способность нервной системы резко угнетается как у интактных опухоленосителей SM-1, так и после воздействия цитостатиками (см. рисунок, а), если судить по активности ацетилхолинэстеразы, высокий уровень которой отмечается в мозгу интактных животных [3].

В условиях гипергликемии, особенно на фоне цитостатиков, четких различий в зависимости от использованного препарата в активности АХЭ мозга не отмечено. Лишь резко выраженная активация деятельности мозга в серии опытов цитостатик+гипергликемия (см. рисунок, а) может быть связана с гипергликемической нагрузкой.



Активность ацетилхолинэстеразы (а), содержание пиридоксальных коферментов (б), активность гексокиназы (в) в мозгу крыс-опухоленосителей саркомы М-1 при различных воздействиях:

а - I - к intactным; 2-9 - к опухоленосителям: 2 - ЦФ; 3 - АБ; 4 - ЦФ + ГГ; 5 - АБ + ГГ; 6 - ЦФ + ГГ; 7 - АБ + ГГ; 8 - АБ + ГГ + ГГ; 9 - АБ + ГГ + ГГ; б - в - I - к intactным; 2-7 - к опухоленосителям: 2 - ЦФ; 3 - АБ; 4 - ЦФ + ГГ + ГГ; 5 - ЦФ + ГГ + ГГ; 6 - АБ + ГГ + ГГ; 7 - АБ + ГГ + ГГ; I - митохондрии; II - надосадоочная жидкость. Сокращения см. в таблице

Гипертермия опухоли, проведенная после введения циклофосфана, нормализует активность АХЭ у крыс-опухоленосителей SM-1, в то время как на фоне адрибластина наблюдается реакция, как после гипергликемической нагрузки (см. рисунок, а).

В случае сочетанного воздействия на организм адрибластина + гипергликемия + гипертермия (или гипертермия + гипергликемия) активность АХЭ статистически значимо повышена в надосадоочной фракции (микросомы + гиалоплазма) мозга.

Для поддержания функционального состояния нервной системы большое значение имеет система глютаминовой кислоты, как один из источников глюкозы. В свою очередь, уровень глютаминовой кислоты непосредственно зависит от содержания в ткани пиридоксальных коферментов, уровень которых подвержен всевозможным изменениям. Так, ряд авторов [3, 4] утверждает, что рост злокачественных опухолей сопровождается перераспределением и обеднением организма пиридоксальвыми коферментами, о чем свидетельствуют и ранее полученные данные [2]. Повышенная потребность в коферментах может быть обусловлена ускорением распада их в связи с ростом опухоли, связыванием

токсическими веществами, а также нарушением их синтеза, всасывания и усвоения. Однако учитывая тот факт, что цитостатики токсичны для организма, для защиты от побочного действия противоопухолевых препаратов используют витамины [5]. Возможно, этим и объясняется такое состояние, что в ряде случаев при введении циклофосфана уровень коферментов в крови не достигает уровня у интактных крыс (см. таблицу). Известно, что циклофосфан оказывает побочное действие — инактивирует особо чувствительные ферменты, увеличивает проницаемость мембран [6], что, возможно, и обуславливает снижение содержания ПАЛФ и ПАМФ в плазме крови крыс-опухоленосителей (см. таблицу).

В то же время проведение гипертермии + гипергликемии на фоне цитостатиков усиливает действие циклофосфана, а в случае адрибластина снижает токсичность препарата, так как содержание пиридоксальных коферментов при использовании адрибластина доходит до уровня интактных животных, и наибольшее накопление этих коферментов наблюдается в условиях, когда гипергликемия предшествует гипертермии (см. таблицу).

В аналогичных условиях эксперимента определено содержание ПАЛФ и ПАМФ в субклеточных фракциях мозга носителей SM-1 (см. рисунок, б). При этом у крыс-опухоленосителей SM-1 распределение пиридоксальных коферментов между субклеточными фракциями мозга такое же, как и у интактных животных [7], но абсолютные величины ниже вдвое, что соответствует данным [8].

Содержание ПАЛФ и ПАМФ изменяется в субклеточных фракциях мозга в зависимости от введенного препарата (см. рисунок, б). Следует отметить, что уровень ПАЛФ и ПАМФ в исследуемых фракциях мозга крыс-опухоленосителей изменяется однонаправленно при различном сочетании воздействии гипертермии с гипергликемией, проведенном после введения цитостатиков. Так, на фоне циклофосфана и адрибластина механизм действия гипертермии и гипергликемии сопровождается резким падением уровня пиридоксальных коферментов во фракциях мозга. Можно предположить, что изменения содержания ПАЛФ и ПАМФ в мозгу интактных носителей SM-1 и у носителей только после введения цитостатиков могут быть вызваны за счет гипергликемической нагрузки.

В подтверждение системного влияния опухоли на организм [9] и того гипогликемического эффекта, который наблюдается в тканях организма под влиянием опухоли, нами проведены исследования активности гексокиназы во фракциях мозга в идентичных условиях (см. рисунок, в). Уже на первых этапах исследования проявились весьма существенные различия в действии циклофосфана и адрибластина. Введение циклофосфана интактным опухоленосителям вызывало снижение активности гексокиназы в мозгу, в то время как адрибластин оказывал на гексокиназу надосадочной жидкости мозга носителей саркомы M-1 стимулирующее влияние. Проведение на фоне адрибластина комплексного воздействия гипергликемии и гипертермии в различной последовательности резко угнетало гексокиназную активность в митохондриальной фракции мозга крыс — носителей саркомы M-1. Причем гексокиназная активность оказалась более инактивирована в мозгу носителей саркомы M-1 при иной последовательности воздействий.

Таким образом, характер изменений активности фермента фосфорили-

Содержание ПАЛФ и ПАМФ в плазме крови крыс-опухоленосителей саркомы M-1 в различных условиях эксперимента

С е р и и	$\bar{x} \pm S_x$ , мкг/г ткани
Интактные	1,44 ± 0,07
SM-1	0,99 ± 0,06 *
SM-1+ЦФ	0,85 ± 0,04 *
ЦФ+ГГ+ГТ	1,24 ± 0,09
ЦФ+ГТ+ГГ	1,14 ± 0,05
SM-1+АБ	2,20 ± 0,06*
АБ+ГГ+ГТ	1,50 ± 0,02
АБ+ГТ+ГГ	1,24 ± 0,08

Примечания: ЦФ—циклофосфан; АБ — адрибластин; ГГ — гипергликемия; ГТ — гипертермия; SM-1 — саркома M-1.

\* Достоверные данные.

рования глюкозы в мозгу крыс-опухоленосителей зависит от природы цитостатика, а также от порядка проведения сеансов гипергликемии и гипертермии.

Представленные данные свидетельствуют о том, что функциональное состояние нервной системы у крыс-опухоленосителей в известной степени поддерживается пиридоксальными коферментами, которые принимают активное участие в обмене веществ мозга. Выступая как общий знаменатель ряда взаимодействующих метаболических циклов, пиридоксаль-фосфат участвует в сопряжении и автоматическом контроле этих циклов. В условиях нашего эксперимента выявлена важная роль проведения гипертермии после гипергликемии для поддержания метаболической функции центральной нервной системы опухоленосителя при проведении комплексного лечения.

### Список литературы

1. Кавецкий Р. И. Взаимодействие организма и опухоли. Киев, 1977.
2. Хрипченко И. П., Пикулев А. Т., Кукулянская М. Ф. // Раднобиология. 1988. Т. 28. № 3. С. 371.
3. Силаев Ю. С., Шулин Н. А. // Лабораторное дело. 1977. № 8. С. 478.
4. Шевага В. Н. // Врачебное дело. 1977. № 11. С. 112.
5. Дзюбко Н. Я. Витамины в комплексном лечении онкологических больных. Киев, 1987.
6. Матвеева А. А. Экспериментально-клинические аспекты опухолевого роста. М., 1972. С. 10.
7. Букнин Ю. В. // Молекулярные основы патологии. М., 1969. С. 268.
8. Трехбухина Р. В., Михальцевич Г. Н. // Вопр. питания. 1982. № 1. С. 40.
9. Шапот В. С. Биохимические аспекты опухолевого роста. М., 1975.

УДК 581.132+174

Л. В. КАХНОВИЧ, В. А. ЛАЧЕВА

### ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

Фотосинтез наряду с ростом определяет формирование продуктивности растений. Интеграция этих процессов на различных уровнях организации фотосинтетического аппарата связана с гормональной системой и транспортом ассимилятов [1]. В то же время активность фотосинтетического аппарата зависит от многих показателей ассимиляционных тканей и в первую очередь — от фонда фотосинтетических пигментов, определяющих оптические свойства листьев.

Тесная взаимосвязь содержания пигментов и продукционного процесса освещена в ряде работ [2—5]. Установлены различия в величинах максимальной интенсивности фотосинтеза отдельных видов, генотипов, листьев от фазы развития, условий роста [2]. Определена корреляционная зависимость между содержанием хлорофилла и поверхностью растений, а также корреляция этих параметров с урожаем растений [6]. Однако в процессе формирования фотосинтетического аппарата на разных уровнях его организации фонд пигментов и их соотношение меняются, что влияет на продуктивность работы хлорофилла в фотосинтетических реакциях, в значительной степени определяющих формирование биомассы в процессе роста и развития растений, и в конечном счете — на урожай.

Необходим поиск параметров активности фотосинтетического аппарата, позволяющих проводить эффективный отбор на улучшение фотосинтетической деятельности сельскохозяйственных культур. Важно определить показатели, характеризующие фотосинтетический аппарат на ранних этапах роста и развития растений с учетом того факта, что селекция по физиологическим тестам на фотосинтетическую продуктивность должна базироваться на данных количественной оценки генофонда сельско-

хозяйственных культур по признакам фотосинтеза и их корреляции с урожаем [7]. Однако взаимосвязь продуктивности работы фотосинтетических пигментов с урожаем растений изучена недостаточно.

### Материал и методика

Объект исследования — растения ярового ячменя различной продуктивности: сорт Надя — 35,6 ц/га, Мама — 31,0; Эльгина — 30,0; Трумпф — 24,0 ц/га. Исследования проводили на начальных этапах роста и развития растений с целью ранней диагностики продуктивности растений по пигментному фонду (3—13-дневные растения). Приводимые данные объединяют материал шести серий опытов. Подчеркиваемые различия статистически доказуемы.

Определяли содержание пигментов [8], углерода [9] с учетом накопления растениями биомассы при оценке ростовых функций. Продуктивность работы 1 мг хлорофилла (ПРХ) оценивалась с учетом количества накопленной сухой массы ( $M$ ) и хлорофилла ( $X$ ) растением за исследуемый период ( $D$ );  $ПРХ = M/X \cdot D$ , мг/сут.

При оценке степени и характера взаимосвязи физиологических показателей фотосинтетического аппарата и продуктивности растений вычислялся коэффициент корреляции и устанавливалась его достоверность.

### Результаты и их обсуждение

У растений ячменя различной продуктивности интенсивность биосинтеза хлорофилла в хлоропластах на начальных этапах роста и развития неодинакова, об этом можно судить по средним величинам содержания хлорофилла  $a$  и  $b$  в листьях (табл. 1). Более продуктивный сорт Надя накапливает большее количество фотосинтетических пигментов по сравнению с менее продуктивным сортом Трумпф. Следовательно, возможность сортов реализовать поглощенную световую энергию в урожае неодинакова. Полученные коэффициенты корреляции между содержанием хлорофилла  $a+b$  и урожаем ( $r=0,89—0,92$ ) свидетельствуют о довольно тесной зависимости между пигментным фондом и продуктивностью растений. Это дает возможность использовать эти показатели в качестве физиологических тестов на продуктивность.

Накопление компонентов хлорофилла ( $a$  и  $b$ ) в зависимости от сорта шло несинхронно: увеличение содержания хлорофилла  $a$  у исследуемых сортов к сорту Трумпф составляло 30—50, хлорофилла  $b$  — 19—40 %. Так как хлорофилл  $b$  находится в светособирающих комплексах, для которых отношение хлорофилла  $a/b$  равно 1,1—1,3, то по содержанию хлорофилла  $b$  можно судить об относительном количестве светособирающих комплексов. Показатель хлорофилл  $a/b$  варьирует в зависимости от факторов внешней среды, но различия между сортами в размере антенного хлорофилла детерминируются генотипически и сохраняются на всех стадиях развития [10]. Результаты наших исследований свидетельствуют об изменении этого показателя от сорта.

Таблица 1

Содержание фотосинтетических пигментов и их соотношение в листьях ячменя различной продуктивности

Сорт	Хлорофилл, мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>				Каротиноиды, мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	Каротиноиды хлорофилл $a+b$	Каротиноиды + хлорофилл $b$ хлорофилл $a$
	$a$	$b$	$a+b$	$a/b$			
Надя	2,70	1,00	3,70	2,7	0,70	0,189	0,62
Мама	2,30	0,92	3,22	2,5	0,65	0,201	0,68
Эльгина	1,95	0,85	2,80	2,3	0,60	0,214	0,74
Трумпф	1,49	0,71	2,20	2,1	0,56	0,254	0,85

\* Возраст листа 9 дней

Различную потенциальную активность фотосинтетического аппарата подтверждают также данные по отношению вспомогательных пигментов к основному (см. табл. 1) и содержанию каротиноидов. Можно говорить о неодинаковой насыщенности единицы площади и массы листа пигментами. Однако в этом плане важно оценить продуктивность работы фотосинтетических пигментов, прежде всего единицы массы хлорофилла. Для получения этого показателя необходим систематический учет накопления биомассы растением и хлорофилла в течение определенного времени. Усредненные данные шести серий опыта с учетом возраста растений и листьев в зависимости от сорта представлены в табл. 2. Продуктивность работы хлорофилла растений исследуемых сортов свидетельствует о разной функциональной активности фотосинтетического аппарата на уровне листа и хлоропластов. Наблюдается относительно высокий уровень корреляции между величиной урожая и продуктивностью работы единицы массы хлорофилла ( $r=0,88-0,90$ ). Определение продуктивности работы хлорофилла важно практически, так как этот показатель отражает связь содержания пигментов с ходом формирования биомассы и продукционного процесса в целом.

При оценке насыщенности ассимиляционных тканей фотосинтетическими пигментами обнаружены различия между сортами, что обуславливает фотосинтетическую активность сортов и в значительной степени — продукционную возможность растений. Более продуктивные сорта отличаются высокой интенсивностью физиолого-биохимических процессов, о чем свидетельствует накопление углерода листьями растений (см. табл. 2). Наряду с большей продуктивностью работы единицы массы хлорофилла, участвующего в световых реакциях фотосинтеза, растения аккумулируют большее количество органического вещества. Это подтверждается также данными по отношению сухой массы листа и содержанием в нем углерода.

Таблица 2  
Функциональная активность ассимиляционных тканей ячменя различных по продуктивности сортов

Сорт	Продуктивность работы хлорофиллов $a+v$ , мг/мг·сут	Содержание углерода		Сухая масса листа
		на 1 г сухой массы	на сухую массу листа	содержание углерода, мг/мг
Надя	3,83	22,0	0,211	45,01
Мами	2,71	20,1	0,137	50,27
Эльгина	2,34	18,4	0,118	54,98
Трумф	1,87	16,1	0,089	63,12

Таблица 3  
Показатели формирования биомассы растениями ячменя различных сортов

Сорт	Толщина листа, мкм	Отношение поверхности мезофилла к поверхности листа	Удельная поверхностная плотность листа
Надя	203,11	91,39	3,65
Мами	189,07	85,08	3,24
Эльгина	178,03	80,11	2,93
Трумф	160,09	72,04	2,71

Следует отметить, что по изменению толщины листа можно судить о различии структурной организации фотосинтетического аппарата исследуемых сортов, так как толщина листа зависит от размеров и количества клеток паренхимы, с которой связана основная фотосинтетическая функция листа (табл. 3). Наличие данных о толщине листа позволяет рассчитать отношение поверхности мезофилла к поверхности листа. У сортов с разной семенной продуктивностью этот показатель неодинаков, что позволяет использовать его, наряду с удельной поверхностной плотностью листьев, как физиологический тест оценки сортов.

Таким образом, растения ячменя различной продуктивности уже на ранних этапах роста и развития характеризуются неодинаковым по своей потенциальной возможности пигментным аппаратом. Более продуктивные сорта формируют фотосинтетический аппарат с более высокой продуктивностью работы хлорофиллов. Результаты наших исследований могут быть использованы как критерии ранней диагностики при оценке перспективных сортов и форм растений ячменя.

### Список литературы

1. Мокроносов А. Т. // Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1988. С. 109.
2. Быков О. Д., Зеленский М. И. // Физиология фотосинтеза. М., 1982. С. 294.
3. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1984. № 2. С. 27.
4. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Там же. 1985. № 3. С. 23.
5. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Там же. 1987. № 1. С. 31.
6. Андрианова Ю. Е. // Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1988. С. 199.
7. Абдулаев Х. А., Краснчикова Г. В., Насыров Ю. С. Там же. С. 258.
8. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и световой режим. Минск, 1980.
9. Аликов Х. К. // Методы комплексного изучения фотосинтеза. Л., 1973. Вып. 2. С. 6.
10. Гинс В. П., Пискунова Н. Н., Хомутов Г. В., Тихонов Е. Н., Пухальский В. А. // Физиология растений. 1986. Т. 33. № 5. С. 904.

УДК 581.9(470.5)

Ю. А. БИБИКОВ, Г. И. ЗУБКЕВИЧ, Т. А. САУТКИНА,  
Е. Е. РЯБУШЕВА, И. К. ЖМОИДЯК

### О ФЛОРЕ КРУПСКОГО РАЙОНА

В современной трактовке флора представляет собой совокупность местных популяций всех видов растений, населяющих определенную территорию [1]. В связи с усилением воздействия антропогенного фактора на окружающую природу возрастает необходимость региональных флористических исследований, которые позволяют выявить более уязвимые наземные экосистемы и своевременно принять меры предотвращения отрицательного влияния хозяйственной деятельности. Усилия небольшого коллектива флористов кафедры ботаники БГУ имени В. И. Ленина направлены на познание флоры Минской области через определение местных популяций видов отдельных административных районов. Флора Крупского района до недавнего времени была практически не изучена. В республиканских флористических сводках для этого района указывается всего около 10 видов [2, 3]. Опубликованы материалы о произрастании здесь 18 редких и исчезающих видов, занесенных в Красные книги СССР и БССР [4]. На этом кратком перечне и ограничиваются сведения о флоре данного района.

Полевые исследования флоры Крупского района проведены преподавателями и студентами кафедры ботаники Белгосуниверситета имени В. И. Ленина в 1983—1988 гг. При инвентаризации флоры использовали маршрутный и детально-маршрутный методы. Маршруты пересекали наиболее крупные, типичные и уникальные массивы естественной лесной, болотной и луговой растительности, а также различные элементы рельефа местности. Особое внимание уделялось обследованию берегов рек

Характеристика семейств высших сосудистых растений Крупского района

Семейства	Количество		Редкие и охраняемые виды <sup>+</sup>
	родов	видов	
Lycopodiaceae	1	3	
Huperziaceae	1	1	Huperzia selago <sup>+</sup>
Ophioglossaceae	2	2	Ophioglossum vulgatum, Botrychium lunaria
Equisetaceae	1	6	
Athyriaceae	1	1	
Onocleaceae	1	1	
Aspidiaceae	2	4	
Thelypteridaceae	1	1	
Hypolepidaceae	1	1	
Pinaceae	2	2	
Cupressaceae	1	1	
Typhaceae	2	2	
Sparganiaceae	1	4	
Potamogetonaceae	1	9	
Juncaginaceae	1	1	
Scheuchzeriaceae	1	1	
Alismataceae	2	4	Alisma gramineum
Butomaceae	1	1	
Hydrocharitaceae	3	3	
Gramineae	32	66	Brachypodium pinnatum, B. silvaticum
Cyperaceae	6	41	Carex montana, C. caryophyllea
Araceae	2	2	
Lemnaceae	2	3	
Juncaceae	2	12	
Liliaceae	9	13	Asparagus officinalis, Allium ursinum <sup>+</sup> , Lilium martagon <sup>+</sup> , Veratrum lobelianum
Iridaceae	2	3	Iris sibirica <sup>+</sup> , Gladiolus imbricatus <sup>+</sup> , Epipactis atrorubens <sup>+</sup> , E. helleborine
Orchidaceae	9	17	Cephalanthera rubra <sup>+</sup> , Listera ovata, Coeloglossum viride, Platanthera bifolia <sup>+</sup> , Cypripedium calceolus <sup>+</sup>
Salicaceae	2	18	Salix lapponum, S. myrtilloides
Betulaceae	3	6	Betula humilis
Fagaceae	1	1	
Ulmaceae	1	2	
Cannabaceae	1	1	
Urticaceae	1	2	
Santalaceae	1	1	
Aristolochiaceae	1	1	
Polygonaceae	1	2	
Chenopodiaceae	4	6	
Amaranthaceae	1	3	
Caryophyllaceae	18	30	

Семейства	Количество		Редкие и охраняемые виды
	родов	видов	
Berberidaceae	1	1	<i>Berberis vulgaris</i>
Nymphaeaceae	2	2	<i>Nymphaea candida</i>
Ceratophyllaceae	1	1	
Ranunculaceae	10	24	<i>Aquilegia vulgaris</i> <sup>+</sup> , <i>Pulsatilla latifolia</i> <sup>+</sup> , <i>Hepatica nobilis</i> <sup>+</sup> , <i>Ranunculus reptans</i> , <i>Trollius europaeus</i> <sup>+</sup>
Fumariaceae	2	2	
Papaveraceae	2	3	
Cruciferae	24	39	<i>Hesperis matronalis</i>
Resedaceae	1	1	
Droseraceae	1	1	
Crassulaceae	2	3	
Saxifragaceae	1	1	
Parnassiaceae	1	1	
Grossulariaceae	2	4	
Rosaceae	17	49	<i>Rosa eglanteria</i> , <i>Potentilla canescens</i>
Fabaceae	14	47	<i>Trifolium lupinaster</i> , <i>Coronilla varia</i> , <i>Lathyrus laevigatus</i> <sup>+</sup> .
Geraniaceae	2	6	
Oxalidaceae	1	2	
Tropaeolaceae	1	1	
Linaceae	1	2	
Polygonaceae	3	21	
Euphorbiaceae	2	4	
Callitrichaceae	1	1	
Empetraceae	1	1	<i>Empetrum nigrum</i>
Celastraceae	1	2	
Aceraceae	1	2	
Balsaminaceae	1	3	
Rhamnaceae	2	2	
Vitaceae	1	1	
Tiliaceae	1	1	
Malvaceae	1	3	
Hypericaceae	1	2	
Cistaceae	1	1	
Violaceae	1	13	<i>Viola odorata</i> , <i>V. collina</i>
Hippuridaceae	1	1	
Thymelaeaceae	1	1	
Lythraceae	2	2	
Onagraceae	4	10	
Haloragaceae	1	1	
Umbelliferae	20	24	<i>Laserpitium latifolium</i> <sup>+</sup> .
Cornaceae	1	2	
Pyrolaceae	4	7	
Monotropaceae	1	1	
Ericaceae	7	9	

Семейства	Количество		Редкие и охраняемые виды
	родов	видов	
Primulaceae	6	7	<i>Primula veris</i> <sup>+</sup>
Oleaceae	2	2	
Gentianaceae	2	3	<i>Gentianella amarella</i>
Menyanthaceae	1	1	
Арсонясеае	1	1	
Asclepiadaceae	1	1	
Convolvulaceae	2	2	
Cuscutaceae	1	3	
Polemoniaceae	1	1	
Boraginaceae	8	11	<i>Pulmonaria angustifolia</i>
Labiatae	20	34	<i>Salvia pratensis</i> , <i>S. nemorosa</i> <i>S. verticillata</i>
Solanaceae	3	4	
Scrophulariaceae	12	30	<i>Digitalis grandiflora</i> <sup>+</sup>
Lentibulariaceae	1	2	
Plantaginaceae	1	4	
Rubiaceae	2	11	
Caprifoliaceae	3	4	
Adoxaceae	1	1	
Valerianaceae	1	1	
Dipsacaceae	2	2	
Cucurbitaceae	3	3	<i>Thladiantha dubia</i>
Campanulaceae	3	10	<i>Campanula persicifolia</i> <sup>+</sup> , <i>C. trachelium</i> , <i>C. latifolia</i> <sup>+</sup>
Compositae	44	83	<i>Arnica montana</i> <sup>+</sup>
Итого:	105	392	804

Бобр, Нача, Эсса, Сухая, Лукомка и озер Селява, Лукомское (южный берег), а также насыпей и обочин железных и шоссейных дорог, карьеров и других синантропных местообитаний. В процессе работы собрано свыше 2500 гербарных листов. Сборы хранятся в Гербарии БГУ имени В. И. Ленина.

В результате проведенных исследований на территории Крупского района выявлены 804 вида высших сосудистых растений, относящихся к 105 семействам и 392 родам (см. таблицу).

Десять ведущих семейств во флоре Крупского района по количеству видов распределяются в следующей последовательности: Compositae (83 вида), Gramineae (66), Rosaceae (49), Fabaceae (47), Cyperaceae (41), Cruciferae (39), Labiatae (34), Caryophyllaceae (30), Scrophulariaceae (30), Umbelliferae (24). В число десяти ведущих семейств вошли все те же семейства, что и во флоре БССР, кроме самого последнего. Сем. Umbelliferae там занимает 11-е место. В десяти ведущих семействах сосредоточены 443 вида, т. е. более половины флоры района.

Наиболее представительными по числу родов являются семейства Compositae (44 рода), Gramineae (32), Cruciferae (24), Labiatae и Umbelliferae (по 20), Caryophyllaceae (18), Rosaceae (17), Fabaceae (14) и Scrophulariaceae (12 родов). Пятьдесят пять семейств представлены только одним родом. В остальных семействах количество родов варьирует от 2 до 9.

К числу наиболее крупных родов относятся: *Carex* — 32 вида; *Rosa* и *Salix* — по 15; *Viola* — 13; *Veronica* — 12; *Ranunculus*, *Trifolium*, *Vicia* — по 11; *Galium*, *Polygonum*, *Rumex* — по 10; *Potamogeton* — 9; *Campanula*, *Juncus* — по 8 видов.

На территории Крупского района (по состоянию на 01.01.89) выявлен 21 вид растений, подлежащий охране. Из них в Красную книгу СССР занесены *Arnica montana* L., *Cephalanthera rubra* L. C. Rich., *Cypripedium calceolus* L. Остальные 18 видов занесены в Красную книгу БССР. Это *Lilium martagon* L., *Allium ursinum* L., *Jris sibirica* L., *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Schult., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Trollius europaeus* L., *Laserpitium latifolium* L. и др. Более 30 видов являются редкими для района и Минской области: *Ophioglossum vulgatum* L., *Botrychium lunaria* (L.) Sw. Schrad., *Alisma gramineum* Lej., *Carex montana* L., *Asparagus officinalis* L., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Salix lapponum* L. S. myrtilloides L., *Rosa eglanteria* L., *Trifolium lupinaster* L., *Gentianella amarella* (L.) Boern., *Viola collina* Bess., *Salvia pratensis* L., *S. nemorosa* L. и др.

В районе интенсивно осушаются болота, вырубаются леса, распахиваются луга в целях создания пахотных угодий для сельскохозяйственных культур. Это обстоятельство способствует проникновению и широкому распространению синантропных видов растений, в том числе адвентивных. Всего выявлено 144 таких вида, или 18 % состава флоры района. Остальные 658 видов (82 %) — аборигенные растения, которые входят в состав лесных, болотных и луговых фитоценозов.

Итак, настоящая флористическая сводка восполняет имеющийся пробел по составу флоры Крупского района.

### Список литературы

1. Юрцев Б. А. // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 16, 17.
2. Флора БССР. Минск, 1949—1959. Т. 1—5.
3. Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии. Минск, 1972.
4. Бибииков Ю. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 37.

УДК 579.842.24 : 579.222 : 577.152.4 : 579.25

ЛИ МЕН ЧАН, А. Ю. ШОКА, А. Н. ЕВТУШЕНКОВ

### КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНОВ ПЕКТАТЛИАЗ БАКТЕРИЙ *ERWINIA ATROSEPTICA* 36A В КЛЕТКАХ *ESCHERICHIA COLI*

Широко распространенные в природе *E. atroseptica* — представители бактерий, вызывающих мягкие гнили растений. В отличие от родственных видов *E. chrysanthemi* и *E. carotovora* бактерии *E. atroseptica* чаще встречаются в зонах с умеренным и холодным климатом, вызывая бактериоз стеблей картофеля (черную ножку) и мягкие гнили клубней картофеля при хранении [1].

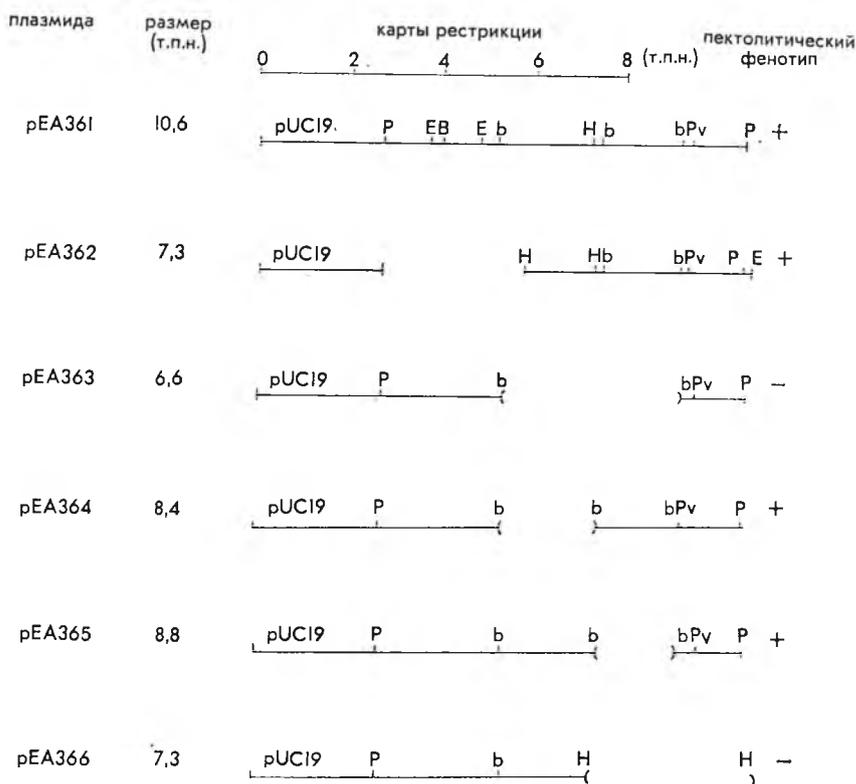
Вирулентные свойства *Erwinia* в значительной степени обусловлены способностью синтезировать деполимеризующие ферменты такие, как пектатлиазы, протеазы, целлюлазы и нуклеазы [2]. Полагают, что наиболее существенная роль в механизмах вирулентности *Erwinia* принадлежит пектолитическим ферментам, в частности эндопектатлиазам [3]. Эндопектатлиазы *E. atroseptica* являются индуцированными внеклеточными ферментами [4], изучение генетического контроля биосинтеза которых осуществляется с использованием метода молекулярного клонирования соответствующих генов [2]. Цель представленной работы — молекулярное клонирование генов пектатлиаз бактерий *E. atroseptica* 36A.

## Материал и методика

В исследованиях использовали бактерии *E. atroseptica* 36А, выделенные из пораженных мягкой гнилью клубней картофеля, а также штаммы *E. coli* НВ101 и *E. coli* TG-1pUC19, любезно предоставленные Н. К. Янковским (ВНИИГенетика, Москва). Бактерии выращивали на полноценной питательной и минеральной среде ІА [5]. Выделение плазмидной и хромосомной ДНК бактерий, ее рестрикцию, лигирование и электрофоретический анализ, а также трансформацию клеток *E. coli* НВ101 осуществляли известными методами [6, 7]. Определение пектатлиазной активности, методы электрофореза белков и фракционирования клеток описаны ранее [4].

## Результаты и их обсуждение

ДНК хромосомы бактерий *E. atroseptica* 36А после неполной рестрикции ферментами либо PstI, либо Sau3A лигировали с ДНК плазмиды pUC19, обработанной рестриктазами PstI или BamHI соответственно. Продуктами лигирования трансформировали клетки *E. coli* НВ101 и отбирали Arg-клоны, которые проверяли на пектолитическую активность. Обнаружены два клона пектолитических бактерий (один при клонировании по рестриктазе PstI, другой — по BamHI). Плазмидную ДНК из бактерий *E. coli*, обладающих пектолитической активностью, выделили методом кипячения и по электрофоретической подвижности определили размеры клонированных фрагментов хромосомы *E. atroseptica* 36А. Оказалось, что при клонировании по рестриктазе PstI размер вставки хромосомной ДНК в вектор pUC19 составлял 7,9 т. п. н. (гибридная плазмида обозначена pEA361). В другой плазмиде клонирован участок хромосомы размером 4,6 т. п. н. (плазмида обозначена pEA362) (см. рестрикционные карты плазмид с клонированными генами пектолитиче-



Рестрикционные карты плазмид с клонированными генами пектатлиаз *E. atroseptica* 36А и функциональный анализ их делеционных вариантов: b — BglII; B — BamHI; E — EcoRI; H — HindIII; P — PstI; Pv — PvuII (Закрытые скобки обозначают расположение делеций.)

ских ферментов и их делеционные варианты). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в плазмиде рЕА362 клонирован фрагмент хромосомы, аналогичный части плазмиды рЕА361, за исключением небольшого (0,2 т. п. н.) EcoRI-PstI-участка. Для локализации клонированных генов пектолитических ферментов получены делеционные варианты плазмиды рЕА361 (см. рестрикционные карты). Удаление двух внутренних BglII-фрагментов размером 1,8 и 2,2 т. п. н. привело к потере плазмидой рЕА363 способности детерминировать пектолитическую активность. При удалении одного из двух BglII-фрагментов полученные плазмиды рЕА364 и рЕА365 сохраняли детерминанты пектолитической активности. Приведенные данные свидетельствуют о наличии в клонированном (в составе плазмиды рЕА361) фрагменте хромосомы *E. atroseptica* двух генов пектолитических ферментов, локализованных внутри BglII-фрагментов, так как делеция плазмид рЕА364 и рЕА365 по EcoRI-сайтам не приводила к потере способности детерминировать пектолитическую активность. Сайт для рестриктазы HindIII большого BglII-фрагмента располагается внутри гена пектатлиазы, так как делеция HindIII-фрагмента приводила к утрате пектолитической активности (плазмида рЕА366).

Для идентификации ферментов, детерминируемых клонированными генами, бактерии *E. coli* HB101рЕА361 выращивали в жидкой среде с ампициллином (100 мкг/мл) без индуктора, так как экспрессия клонированных генов проходила конститутивно. Во фракциях периплазмы и цитоплазмы бактерий выявлена пектатлиазная активность (см. таблицу); полигалактуроназная активность не обнаружена.

Препарат пектатлиаз, полученный из периплазмы бактерий *E. coli* HB101рЕА361, анализировали электрофорезом в 7 %-ном полиакриламидном геле. В нем установлены две фракции пектатлиаз, аналогичные изоферментам Eca1 и Eca3 бактерий *E. atroseptica* 36A. Не удалось выяснить, какой из клонированных генов детерминирует синтез пектатлиазы, Eca1 или Eca3. При выращивании бактерий *E. coli* рЕА364 и *E. coli* рЕА365, в плазмидах которых гены пектатлиаз клонированы отдельно, не представилось возможным выделить достаточное для электрофоретического анализа количество ферментов в силу слабой экспрессии генов.

Клонированный в составе плазмиды рЕА362 фрагмент хромосомы *E. atroseptica* по картине рестрикции идентичен клонированному ранее участку хромосомы бактерий *E. atroseptica* SR8 [8]. Оба участка хромосомы содержат BglII-фрагмент (размером 1,8 т. п. н.), в котором локализован один из клонированных генов пектатлиаз. По данным Allen и соавт. [8], клонированный ими ген пектатлиазы детерминирует синтез фермента, идентичного с пектатлиазой Eca3. Следовательно, BglII-фрагмент (размером 1,8 т. п. н.), находящийся в плазмиде рЕА361, содержит ген пектатлиазы Eca3, а BglII-фрагмент (размером 2,2 т. п. н.) — ген пектатлиазы Eca1.

### Список литературы

1. Perombelon M., Kelman A. // Annu. Rev. Phytopathol. 1980. V. 18. P. 361.
2. Kotoujuansky A. Ibid. 1987. V. 25. P. 405.
3. Mount M., Bateman D., Basham H. // Phytopathology. 1970. V. 60. P. 924.
4. Шевчик В. Е., Евтушенков А. Н., Фомичев Ю. К. // Биохимия. Т. 53. С. 1628.
5. Миллер Д. Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976. С. 436.
6. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Д. Молекулярное клонирование. М., 1984. С. 479.
7. Евтушенков А. Н., Шевчик В. Е., Фомичев Ю. К. // Молекулярная генетика. 1986. № 4. С. 19.
8. Allen C., George H., Yang Z., Lacy G., Mount M. // Physiol. Mol. Plant Pathol. 1987. V. 31. P. 325.

Пектатлиазная активность бактерий *E. coli* HB101рЕА361

Фракции	Активность E/мл	Суммарная активность E
Культуральная жидкость	0,0	0,0
Периплазма	3,12	12,48
Цитоплазма	8,13	40,65



УДК 551.8(476)

А. А. АЛЕШКО

## ОРОГРАФИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-БЕРЕЗИНСКОЙ РАВНИНЫ В АЛЕКСАНДРИЙСКОЕ ВРЕМЯ

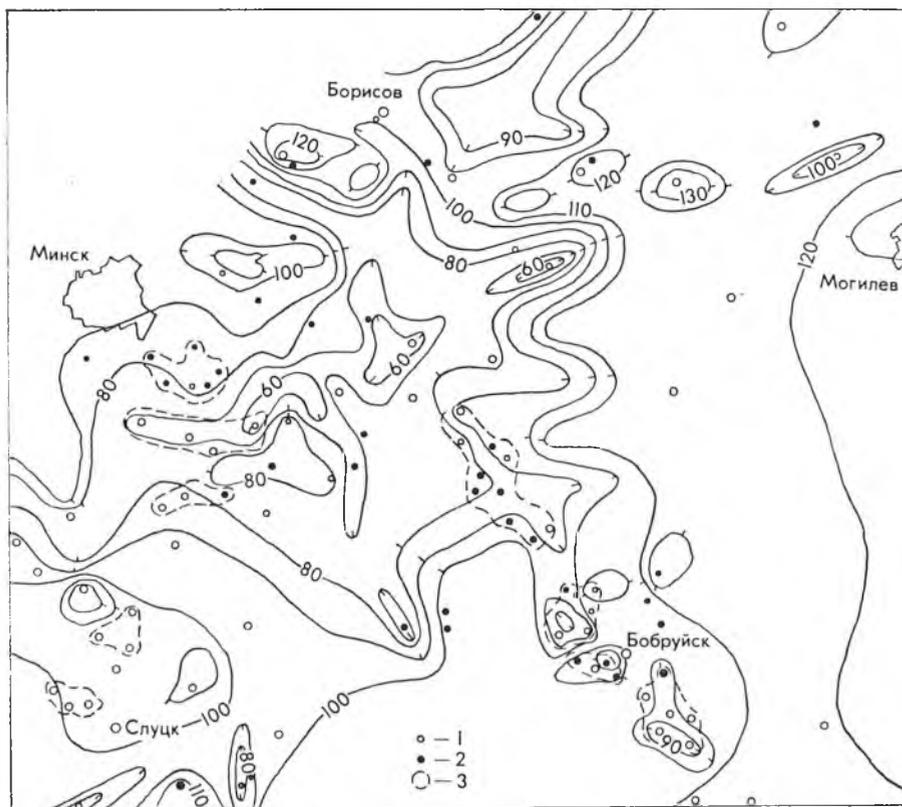
Реконструкция палеогеографических условий различных регионов — одна из важных проблем палеогеографии антропогена Белоруссии. Достоверная реконструкция палеогеографических условий, в частности, на территории Центрально-Березинской равнины (ЦБР) в основном опирается на карты, отражающие особенности рельефа этого района в различные эпохи антропогена. Такой материал дает возможность проследить воздействие плейстоценовых оледенений на рельеф равнины, установить условия и характер осадконакопления в межледниковые эпохи, а также оценить влияние неотектонических процессов на облик ЦБР.

Для построения картосхемы палеорельефа равнины на рубеже нижнего и среднего антропогена за основу взяты наиболее надежные репера-разрезы отложений александрийского межледниковья. Эта межледниковая эпоха, одна из наиболее продолжительных в антропогене, оставила значительные толщи отложений различного генезиса.

На территории ЦБР обнаружено и подтверждено палинологическим методом более 70 разрезов александрийского времени. Кроме того, по литологическим особенностям и стратиграфическому положению выделено еще 50 разрезов. Эти данные и явились основой при построении картосхемы. Скважины, вскрывшие отложения этого межледниковья, составляют менее 16 % общего количества разрезов, поэтому были привлечены и те разрезы, в которых пройдена березинская морена. При этом учитывалась ранее установленная закономерность: на равнине морена последнего ледника, покрывавшего этот район, обычно залегает неглубоко от дневной поверхности, под маломощной толщей водноледниковых образований. На водоразделах и склонах, прилегающих к различным долинам, она часто выходит на поверхность. Генезис отложений межледниковий преимущественно озерно-аллювиальный или болотный, так как они расположены в ложбинах, котловинах и других отрицательных формах рельефа. Таким образом, если отметки кровли березинской морены превышают отметки подошвы александрийских слоев, встреченных в близлежащих скважинах, можно допустить, что в рассматриваемое время здесь был участок сноса и абсолютные отметки кровли морены близки к абсолютным отметкам поверхности палеоравнины.

Если учесть и названные косвенные данные, то объем фактического материала для построения карты значительно возрастает, особенно для северо-западной части равнины, где березинская морена распространена на много шире, чем в остальных районах.

Как следует из картосхемы, рельеф ЦБР в александрийское время значительно отличался от современного. Прежде всего на территории



Картограмма орографии Центрально-Березинской равнины в александрийское время:

1 — разрезы александрийских осадков, подтвержденные палинологически; 2 — выделенные по стратиграфическому положению; 3 — районы обширного озерного осадконакопления в александрийскую эпоху

ЦБР обособились два принципиально различных района. Первый — восточная часть равнины (граница по линии Бобр — Березино — Бобруйск), где поверхность единичных разрезов александрийских отложений и березинской морены имеет наибольшие абсолютные отметки, увеличивающиеся в восточном и северо-восточном направлениях. В первом районе эта поверхность моноклинально поднимается на восток. Здесь располагалась значительная по площади область сноса, что объясняет отсутствие в большинстве разрезов березинской морены. На этой площади, вероятно, морена изначально была маломощной. Сток же скорее всего был направлен на запад.

Второй район приходится на центральную часть равнины, где существовала значительная субширотная депрессия (ее тальвеговая часть намечается по линии Валерианы — Свислочь — Червень — севернее Березино). В ней отложения александрийского межледниковья занимают максимальные отметки (в некоторых точках менее 60 м); мощность их достигает 20—30 м. В среднем антропогене часть александрийских образований уничтожена ледниковой деятельностью.

Кровля березинской морены также снижается в сторону этой котловины как с севера, так и с юга. Все это дает основание говорить о существовании в александрийское время обширной депрессии, которая являлась основной областью аккумуляции в данном регионе.

Разрезы этого межледниковья на территории ЦБР представлены в основном озерными отложениями, т. е. в александрийское время здесь существовали многочисленные озера, в которых шло накопление сулей, суглинков и других осадков. Погребенный аллювий встречен в единичных скважинах [1].

Южнее этой центральной депрессии поверхность равнины полого повышается. В районе Бобруйска, Слуцка, Любани наблюдаются значительные перепады абсолютных отметок подошвы александрийских отложений, к тому же рельеф приобретает мозаичный рисунок. Здесь контуры поверхности палеоравнины просматриваются менее уверенно. Несколько снижает точность реконструкции и выклинивание березинской морены, которая на юге повсеместно размыта. Мозаичность и неровность рельефа обусловлены скорее всего последующим нарушением первичного залегания пород в среднем антропогене. Такое предположение подтверждается наличием в этих районах многочисленных гляциодислокаций и отторженцев, полосы конечных морен сожского ледника [2, 3].

На севере и северо-западе равнины амплитуда и абсолютные высоты погребенного рельефа значительно возрастают. Здесь вырисовывается цепь возвышенностей, которая прослеживается по линии Минск — Пекалин — Жодино — Белевичи — севернее Бельничей. Перепад высот составляет 30—40 м, абсолютные отметки подошвы александрийских отложений возрастают до 100—130 м. Вероятно, эта цепь возвышенностей является краевой зоной одной из стадий березинского ледника. Подтверждением может служить то, что в данном районе березинская морена распространена наиболее широко и имеет максимальную мощность (до 50 м восточнее Минска и в районе Жодино). Таковы основные черты рельефа ЦБР в александрийскую эпоху.

Как отмечалось, в эту эпоху на ЦБР были широко представлены озера, аллювиальные же отложения не получили распространения, вероятно, в результате изменения хода тектонических процессов на территории Белорусского Полесья. Как известно, речной сток в неогене осуществлялся в южном направлении. Об этом свидетельствует то, что основные области осадконакопления в плиоцене располагались в пределах Полесья [4]. Однако в антропогене произошло поднятие территории Припятской впадины до 60—100 м, что коренным образом изменило гидрографическую сеть, затруднив или даже сделав невозможным сток на юг.

Картосхема палеорельефа ЦБР дает основание утверждать, что поднятие площади Припятского Полесья началось в раннем антропогене, т. е. до александрийской эпохи. Стоку на юг могли восприятьствовать и конечно-моренные образования березинского ледника, существовавшие в пределах Полесской низменности. Кроме того, большое влияние на гидрографическую сеть оказали стадияльные гряды березинского ледника, расположенные на севере и северо-западе ЦБР, которые затрудняли сток на север. В результате и сформировались условия, благоприятствовавшие озерному осадконакоплению.

Тектоническое опускание территории Балтийской синеклизы в раннем антропогене предопределило сток в западном и северо-западном направлениях. Косвенным подтверждением этому служат минимальные абсолютные отметки александрийских образований, приуроченные к северо-западным районам республики (д. Заборье Щучинского р-на, +21 м). Следовательно, снижение поверхности происходило на запад и северо-запад [5].

За продолжительное время александрийского межледниковья территория ЦБР была основательно выровнена, но на северо-западе сохранилась расчлененная цепь конечно-моренных возвышенностей березинского ледника, севернее которой днепровский, а затем сожский ледник сформировали свои стадияльные гряды, которые в настоящее время образуют центральный участок Белорусской гряды.

#### Список литературы

1. Горецкий Г. И. Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра. М., 1970.
2. Матвеев А. В., Гурский Б. Н., Левицкая Р. И. Рельеф Белоруссин. Минск, 1988.

3. Левков Э. А., Матвеев А. В., Махнач Н. А. и др. Геология антропогена Белоруссии. Минск, 1973.

4. Тектоника Белоруссии. Минск, 1976.

5. Гурский Б. Н. Нижний и средний антропоген Белоруссии. Минск, 1974.

УДК 550.46 : 551.48

А. С. ВЕЛЧЕВ, Н. Т. СТОЙЧЕВ

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

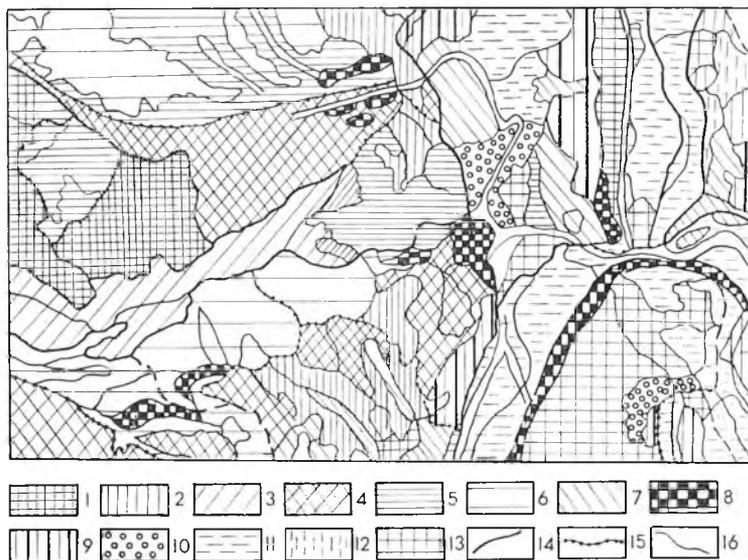
Настоящая статья подготовлена как продолжение совместных работ географических факультетов Белорусского и Софийского университетов, выполненных в 1980—1985 гг. Примером крупномасштабного картирования антропогенных трансформаций ландшафтов выбран район Земенского научного стационара кафедры ландшафтоведения и охраны природы Софийского университета.

Установлено, что ландшафты, или природные территориальные комплексы (ПТК), разных рангов представляют собой закономерное сочетание компонентов, формирующихся на определенном этапе эволюции; они выступают как целостные экосистемы, в которых человек осуществляет свою хозяйственную деятельность. В процессе развития в ландшафтах происходит закономерная дифференциация энергии и вещества, обуславливающая накопление их ресурсного потенциала, используя который, человек вносит более или менее значительные нарушения в состоянии ПТК, являясь, таким образом, важным ландшафтно-формирующим и ландшафтно-преобразующим фактором. Наиболее значительные изменения возникают при осуществлении сельскохозяйственной, промышленной, горно-технической деятельности. У исследователей трансформированные комплексы получили различные наименования: антропогенные [1], культурные [2], антропогенизированные ландшафты [3], антропогенные модификации [4]. Эти новые комплексы качественно отличаются от естественных, однако сохраняют свои коренные черты.

На настоящем этапе эволюции в хорошо освоенных районах мира практически не существует ландшафтов, не нарушенных в той или иной степени деятельностью человека, поэтому целесообразно считать их сложным сочетанием природных и антропогенных модификаций.

В историческом аспекте к числу важнейших причин антропогенизации природной среды относится социально-экономическое развитие и его продолжительность. Уровень производительных сил, культура ведения хозяйства определяют степень освоения и рациональное использование природных ресурсов. Из числа природных факторов наибольшее значение имеют климат, геолого-геоморфологические компоненты ландшафта, почвенно-растительный покров. Особенно интенсивно они проявляются в экстремальных условиях — в аридных, семиаридных, полярных районах планеты. Например, продолжительные засухи при высоких температурах приводят к быстрому нарушению вертикальной структуры ландшафта. Значительные изменения наступают и в горизонтальной структуре, прежде всего в морфологической части комплекса. Важнейшие условия антропогенизации ландшафта создают геоморфологические факторы. При глубоком расчленении и больших уклонах возникают предпосылки изменения и нарушения почвенного покрова и водной составляющей, а также одного из самых мобильных компонентов ландшафта — растительного покрова. Например, в средиземноморских ландшафтах значительные площади заняты гариговой, маквисовой, шибляковой растительностью, которая получила распространение на месте ксерофитных дубовых лесов [5]. В зоне тайги, где продолжительность хозяйственной деятельности и ее интенсивность меньше, такого резкого изменения растительного компонента не наблюдается.

Широкое распространение идей антропогенизации ландшафтов в последние 10 лет вызвано нарушением природных процессов под влиянием урбанизации, роста промышленности, химизации сельского хозяйства, необходимости охраны окружающей среды. Важное значение в изучении пространственного размещения антропогенных и техногенных нарушений природной среды принадлежит разработке классификации и картографированию природно-антропогенных ландшафтов различных типологических рангов. Обычно классификация проводится по многим признакам: генезису, содержанию (сельскохозяйственные, лесные и т. д.), времени возникновения, длительности существования и ставит перед собой разные задачи [1, 6—8]. При этом очень важно, как отмечает Билвиц [9], стремление заложить в основу классификации учет разной глубины антропогенного влияния. В связи с этим необходимо иметь в виду разработку системы признаков, позволяющих классифицировать геосистемы с той или иной степенью антропогенизации. С этой целью использована наша система классификации, основанная на четырех степенях [3], в которой мы выделяем следующие категории (типы): 1) неизменные и слабо измененные ландшафты; 2) средне- и сильно измененные; 3) с полным уничтожением биологического компонента в процессе экоцида; 4) комплексы с полным уничтожением природного ландшафта и заменой его антропогенной модификацией в результате геоцида.



Картограмма антропогенного изменения естественных ландшафтов в районе Земенского стационара:

ПТК незначительно и слабо измененные: 1 — лесные мезофильные, хорошо сохранные; 2 — лесные ксерофильные, подвергшиеся рубке, но сохранившие свою структуру; 3 — луго-степные, слабо и среднеизмененные выпасом.

ПТК средне- и сильно измененные: 4 — лесные дериватовые, ксерофильные и мезоксерофильные, среднеизмененные рубкой с очень быстрым темпом восстановления; 5 — кустарниковые, ксерофильные, сильно измененные рубкой и выпасом, с очень медленным темпом восстановления; 6 — кустарниковые, ксерофильные, очень сильно измененные рубкой и выпасом, с необратимыми изменениями; 7 — луговые, сильно измененные выпасом.

ПТК с полным уничтожением биологического компонента: 8 — экоциды.

ПТК с полной сменой ландшафта: 9 — геоциды. Природно-аграрные территориальные комплексы: 10 — с фруктовыми садами с слабой эрозией; 11 — с однолетними культурами и слабой эрозией; 12 — с пашней, с средней эрозией; 13 — селитбные территориальные комплексы; 14 — граница родов естественных ландшафтов; 15 — граница видов ландшафтов; 16 — граница местностей

В связи с выделением разных уровней антропогенных трансформаций важно рассмотреть вертикальную структуру ландшафта с помощью выяснения особенностей и свойств его геомассы и геогоризонтов. В первом из перечисленных типов — незначительное и слабое изме-

нение — наблюдается нарушение определенных геомасс, но без нарушения геогоризонтов. Сохраняются коренные растительные формации при слабом изменении травяного покрова. Этот тип отличается возможностью полного восстановления вертикальной структуры ландшафта, в том числе его нормальной мощности.

Для второго типа — средне- и сильно измененные комплексы — характерно нарушение или отсутствие определенного геогоризонта. Это нередко приводит к изменению остальных компонентов и общему ухудшению биологического потенциала.

В третьем типе ПТК свойственно полное уничтожение биологического компонента и замена его другим. Наконец, в четвертом типе наступает полная смена природного ландшафта на антропогенный вариант.

Разработанная классификационная система экспериментально проверена в районе Земенского научного стационара Софийского университета в связи с построением карты природных и антропогенизированных ландшафтов. В представленном участке карты сделана попытка показать не только типы, но и подтипы антропогенизированных ландшафтов (см. рисунок, 1—13). Например, в первом типе слабо измененных ПТК выделены участки фруктовых садов со слабой эрозией почвенного покрова; участки однолетних культур со слабо эродированными почвами, пашни со слабыми и средними эрозионными процессами.

В агролесотерриториальные антропогенизированные ландшафты включены комплексы, сохранившие свою структуру и используемые для заготовки леса и рекреации; комплексы с полной сменой видового состава — лесопосадки хвойных и широколиственных пород, а также комплексы сукцессионного состояния в процессе восстановления естественного видового состава и гибели искусственно внедряемых видов.

Следует отметить, что приведенный пример классификации и картирования ландшафтов, измененных хозяйственной деятельностью, имеет не только теоретическое, но и существенное практическое значение. При определенной степени региональных дополнений и изменений, а также благодаря использованию количественных показателей эта классификация может быть распространена и на другие территории.

### Список литературы

1. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. М., 1973.
2. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980. С. 154.
3. Якушко О. Ф., Марцинкевич Г. И., Петров П. В., Велчев А. С. Антропогенизированные ландшафты Белоруссии и Болгарии. София, 1983. С. 15—25; 50—56.
4. Куракова Л. И. Современные ландшафты и хозяйственная деятельность. М., 1983. С. 23.
5. Яранов Д. Средиземноморские земли. София, 1941. Т. III. С. 3.
6. Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М., 1965.
7. Прокаев В. И. // География и природные ресурсы. 1980. № 2. С. 24.
8. Рябчиков А. М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М., 1972.
9. Билвиц К. // Структура, динамика и развитие ландшафтов. М., 1980. С. 142.

УДК 551.481

Л. В. ГУРЬЯНОВА

### ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ТЭС\*

Эффективность работы тепловой электростанции тесно связана с особенностями эксплуатации водоема-охладителя. В условиях водоема-охладителя замкнутого типа со смежным расположением водосброса и водозабора характеристики его гидрологического режима определяют такой важный для оценки экономичности работы ТЭС термический показатель, как температура заборной воды, повышение температуры

\* На примере оз. Белое, БССР.

которой только на 1 °С ведет к увеличению расхода топлива для выработки электроэнергии [1]. Способы определения эффективности охлаждающей способности водоема основываются на сопоставлении температуры воды, поступающей в водоем-охладитель и забираемой из него [2], оценке площади распространения и объема воды, испытывающей постоянный подогрев над нормально-естественной температурой [3], среднего по объему подогрева воды, сопоставляемого с нормами предельно допустимого подогрева [4], повышению среднегодовой температуры водной поверхности над нормально-естественной [5] и др. Одним из методов в этих исследованиях является анализ составляющих теплового баланса, который позволяет количественно оценить соотношение процессов поступления и расходования тепла и прогнозировать эффективность эксплуатации водоема-охладителя.

Оз. Белое площадью водного зеркала 5,2 км<sup>2</sup>, объемом 17,7 млн. м<sup>3</sup> с 1961 г. является водоемом-охладителем Березовской ТЭС (мощность 920 МВт). Полный водообмен между озером и системами охлаждения ТЭС в летний период происходит за 5, в зимний — 12 суток. Периодически в течение года для поддержания уровня осуществляется подпитка из вдхр. Береза-1 (оз. Черное) в объеме 2,7 млн. м<sup>3</sup>. В результате сброса подогретых вод с систем охлаждения конденсаторов турбин ТЭС среднегодовая температура поверхности водоема-охладителя повысилась на 5,6 °С по сравнению с нормально-естественной. Ледостав является кратковременным и формируется в центральной части озера (60 % общей площади акватории) с наибольшей толщиной льда у берега (10 см).

### Материал и методика

В течение 1985—1986 гг. на акватории оз. Белое проведен комплекс гидрологических работ, включающий скоростные глубинные термосъемки воды. Используемые метеорологические показатели получены по материалам метеостанций Ивацевичи и Василевичи. Ежедневные измерения температуры и расходов сбросной и заборной воды проводились службой ТЭС. Для расчета составляющих теплового баланса используются формулы и методики, апробированные ранее на естественных озерах и водохранилищах Белоруссии и подробно изложенные в работах Г. М. Базыленко [6—8]; суммарная радиация рассчитана по формуле Н. И. Гойса [9], альbedo суммарной радиации — по таблице А. П. Браславского [10], эффективное излучение поверхности воды — по формуле Н. А. Ефимовой [11], метеорологические элементы над поверхностью озера — методом [12], затраты тепла на испарение и турбулентный обмен с атмосферой — по гидрометеорологическим формулам А. П. Браславского и З. А. Викулиной [10], тепловой сток, приток — с учетом рекомендаций Б. Б. Богословского [13], теплозапас воды — по формуле, предложенной А. И. Тихомировым [14].

### Результаты и их обсуждение

Уравнение теплового баланса оз. Белое, представленное суммой основных его составляющих, имеет следующий вид:  $B \pm LE \pm P \pm Q_{\text{пр}} \pm Q_{\text{ст}} \pm \Delta T = 0$ , где  $B$  — радиационный баланс;  $LE$  — затраты тепла на испарение;  $P$  — затраты тепла на турбулентный обмен с атмосферой;  $Q_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{ст}}$  — тепловой приток, сток соответственно;  $\Delta T$  — приращение теплозапаса воды.

Рассмотрим значения составляющих теплового баланса оз. Белое за 1985 г. (см. таблицу). Радиационный баланс равен разности приходящей коротковолновой радиации, поглощенной водной поверхностью ( $Q \cdot (1-A)$ ), и расхода тепла длинноволновым излучением ( $E_{\text{эф}}$ ). Месячные величины поглощенной радиации определяются месячными величинами суммарной радиации ( $Q$ ) и альbedo ( $A$ ) водной поверхности. Сезонное распределение поглощенной радиации почти повторяет се-

Средние месячные значения составляющих теплового баланса (МДж/м<sup>2</sup>)  
оз. Белое в 1985 г.

Составляющие теплового баланса	М е с я ц ы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q(1 - A)$	56,0	127,4	151,5	284,4	450,0	339,7	376,5	443,4	163,5	88,4	43,4	23,4
$E_{эф}$	-254,2	-264,4	-183,5	-221,6	-198,6	-213,0	-216,4	-225,2	-225,6	-201,7	-179,4	-186,9
$B$	-198,2	-136,9	-32,0	62,8	251,4	126,8	160,1	218,2	-62,1	-113,3	-136,0	-163,5
$LE$	-200,3	-225,4	-272,8	-423,6	-468,0	-621,8	-615,5	-622,6	-519,6	-369,9	-296,2	-227,5
$P$	-328,5	-357,4	-260,2	-199,0	-140,4	-204,1	-177,2	-152,1	-224,2	-204,9	-261,9	-234,2
$Q_{пр}$	537,9	454,9	521,0	794,4	1875,3	2417,0	2980,0	2898,3	2260,8	1072,3	625,8	672,0
$Q_{ст}$	-211,5	-196,1	-291,6	-577,8	-1464,8	-1911,4	-2328,1	-2283,5	-1674,7	-775,7	-375,5	-358,4
$\Delta T$	17,1	-2,9	79,8	32,8	171,0	-28,5	25,7	-24,2	-101,2	-49,9	-96,9	-17,1
$\Sigma_+$	611,0	582,3	752,3	1111,6	2496,3	2756,7	3382,2	3341,7	2424,3	1160,7	669,2	695,4
$\Sigma_-$	994,5	1046,2	1008,1	1422,0	2271,8	2978,8	3337,2	3307,6	2745,3	1602,1	1202,9	1024,1
$\sigma, \%$	23,9	28,5	14,5	12,3	4,7	3,9	0,7	0,5	6,2	16,0	28,8	19,1

зонное распределение суммарной радиации: максимальные величины приходится на период апрель — август (до 450 МДж/м<sup>2</sup>), что составляет 70% годовой суммы поглощенной радиации, наименьшие значения отмечены в декабре (23 МДж/м<sup>2</sup>). Поскольку месячная сумма эффективного излучения водной поверхности зависит не только от метеорологических условий текущего месяца, но и от температуры воды, обладающей значительной инерцией и связанной с режимом работы ТЭС, естественно ожидать, что экспериментальные величины не будут связаны с сезонным ходом метеозлементов. Наибольшие значения  $E_{\text{эф}}$  отмечаются в январе — феврале (250—260 МДж/м<sup>2</sup>), в то время как в летние месяцы не поднимаются выше 225 МДж/м<sup>2</sup> (см. таблицу). По рассчитанным величинам суммарной радиации, альбедо и эффективного излучения получен радиационный баланс водоема-охладителя (см. таблицу). Положительные значения радиационного баланса отмечаются в апреле — августе, при этом максимальные величины приходится на май, что соответствует максимуму поглощенной радиации. С сентября по март величина радиационного баланса отрицательная.

Величина испарения с поверхности водоема-охладителя в течение года изменяется от 80—100 мм/мес. в зимние месяцы до 270 мм/мес. в июне — августе. В течение года с поверхности озера испаряется слой воды толщиной 1,99 м. Внутригодовое распределение потерь тепла с поверхности озера на испарение характеризуется повышенными значениями за период апрель — сентябрь (максимальные значения до 620 МДж/м<sup>2</sup>); в зимний период затраты тепла на испарение не превышают 230 МДж/м<sup>2</sup>.

Потери тепла с поверхности водоема-охладителя за счет турбулентного обмена с атмосферой незначительны по сравнению с потерями на испарение в течение апреля — сентября (140—220 МДж/м<sup>2</sup>) и только с октября по март они становятся сопоставимыми. В декабре — феврале затраты тепла на турбулентный обмен с атмосферой значительно выше, чем на испарение. В течение года потери тепла с поверхности водоема-охладителя на обмен с атмосферой составляют 56% величины затрат тепла на испарение, в то время как в малых водоемах умеренной климатической зоны эта величина не превышает 15% [8]. В отличие от озер с естественным термическим режимом увеличение затрат тепла на турбулентный обмен с атмосферой в зимний период обусловлено тем, что нагретая на 10—16 °С поверхность озера по сравнению с температурой воздуха создает неравномерные условия стратификации в приводном слое и значительный по интенсивности отток тепла в атмосферу. В целом суммарные потери тепла с поверхности на испарение и турбулентный обмен с атмосферой за год в три раза превышают величину поглощенной радиации.

Количество тепла, приносимого в водоем-охладитель с систем охлаждения конденсаторов турбин Березовской ТЭС, зависит от двух факторов — величины водного притока и температуры воды. От Березовской ТЭС в водоем-охладитель в течение года поступает 870 млн. м<sup>3</sup> воды 11—33 °С, которая возвращается охлажденной до 5—26 °С (см. таблицу). Распределение теплового притока-стока по месяцам характеризуется наибольшими значениями в летние месяцы с максимумом в июле (2300—2900 МДж/м<sup>2</sup>); в зимние месяцы тепловой приток-сток уменьшается до 190—450 МДж/м<sup>2</sup>. В соотношении теплового притока-стока прослеживается превышение  $Q_{\text{пр}}$  над  $Q_{\text{ст}}$  в два-три раза в зимний период и примерная сбалансированность в мае — августе в отличие от водоемов с естественным термическим режимом, для которых характерно превышение теплового стока над тепловым притоком.

Теплозапас водной массы водоема-охладителя рассчитывался с учетом температуры воды на первое число месяца, для этого непосредственные данные проведенных термосъемок сравнивали со среднесуточными температурами заборной воды с целью возможного использования последних при определении температуры водной массы озера. При от-

сутствии данных термосъемок температура воды на первое число месяца бралась из таблицы значений температуры заборной воды. Полученные данные позволяют проследить за изменением теплозапасов водной массы озера в течение года. Накопление тепла водной массой продолжается с марта до октября, максимальные значения отмечаются в летние месяцы (до 367 МДж/м<sup>2</sup>). В результате общего охлаждения воды теплозапас снижается и в январе составляет около 70 МДж/м<sup>2</sup>. Ежемесячное приращение теплозапаса ( $\Delta T$ ) водной массы определяется как разность между величиной теплозапаса последующего и предыдущего месяцев. В целом положительные значения  $\Delta T$  прослеживаются с марта по июль, наиболее интенсивное накопление тепла озером происходит в мае. С августа по февраль в водной массе озера потери тепла преобладают над процессами его аккумуляции (отрицательные значения  $\Delta T$ ) (см. таблицу).

Анализ и сопоставление составляющих теплового баланса позволяют установить некоторые возможные причины, определившие невязку ( $\sigma$ ) между суммой ( $\Sigma$ ) положительных и отрицательных значений теплового баланса. К ним относятся: недоучет теплозапаса донных отложений и воды, поступающей из оз. Черное; погрешности в оценке термической обстановки по акватории озера и метеорологических параметров, использование ряда обобщенных показателей. Тем не менее невязка теплового баланса в летние месяцы невелика (0,5—3,9% суммы составляющих теплового баланса), но зимой, когда наблюдается недоучет в приходной части теплового баланса, невязка увеличивается до 28,8% (см. таблицу).

В условиях естественных водоемов с ненарушенным термическим режимом основным источником поступления тепла является лучистая энергия Солнца. В оз. Белое тепло, поступающее с систем охлаждения конденсаторов турбин ТЭС, в шесть раз превышает поглощенную водой солнечную радиацию. В этой связи целесообразно провести сопоставление основных компонентов теплового баланса с тепловым притоком: поглощенная водой суммарная радиация за год составляет 15%; эффективное излучение — 15; турбулентный обмен с атмосферой — 16; затраты тепла на испарение — 28 и тепловой сток — 73%. Поскольку тепловой сток в условиях непроточного водоема-охладителя характеризует воды, поступающие в систему охлаждения конденсаторов турбин ТЭС, его значительная величина не может являться показателем высокой эффективности процессов охлаждения в водоеме-охладителе.

В заключение необходимо отметить, что проведенный анализ составляющих теплового баланса позволяет выявить основные особенности теплового режима с точки зрения оценки охлаждающей способности малого озера-охладителя замкнутого типа: сбалансированность процессов аккумуляции и расхода тепла в водной массе озера в течение года и значительный тепловой сток из водоема, который определяет повышение температуры заборной воды, поступающей в системы охлаждения конденсаторов турбин ТЭС.

### Список литературы

1. Курдюмов Л. Д. // Использование водных ресурсов в народном хозяйстве. М., 1970. С. 106.
2. Астраускас А., Вирбицкас Ю., Рачюнас Л. // Теплоэнергетика и окружающая среда. 1. Вильнюс, 1981. С. 47.
3. Ляхнович В. П., Каратаев А. Ю., Митрахович П. А., Гурьянова Л. В., Вежновец Г. Г. // Экология. 1987. № 5. С. 43.
4. Писарев В. В., Дельвин Н. Н., Звонников А. В. // Тр. Ин-та приклад. геофиз. 1986. № 66. С. 81.
5. Севастьянов В. И. // Водные ресурсы. 1987. № 4. С. 59.
6. Базыленко Г. М., Блажевич Л. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 3. С. 66.
7. Базыленко Г. М. Там же. 1972. № 3. С. 74.
8. Базыленко Г. М. Там же. 1974. № 2. С. 62.
9. Гойса Н. И. // Тр. Укр. НИГМИ. 1961. Вып. 26. С. 3.

10. Браславский А. П., Викулина З. А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Л., 1954.  
 11. Ефимова Н. А. // Метеорология и гидрология. 1961. № 10. С. 14.  
 12. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. Л., 1969.  
 13. Богословский Б. Б. Водный баланс и термика озер и водохранилищ. Л., 1979.  
 14. Тихомиров А. И., Егоров А. Н. // Озеро Кубенское. 1. Л., 1977. С. 257.

УДК 551.79(476-13)

Б. П. ВЛАСОВ, Я. К. ЕЛОВИЧЕВА, А. Л. ЖУХОВИЦКАЯ

## РАЗРЕЗ ОЗЕРА ОЛТУШСКОГО — СТРАТОТИП ГОЛОЦЕНОВОЙ ИСТОРИИ ПОЛЕСЬЯ

Озеро Олтушское расположено на юго-западе Полесья в пределах Малоритской водно-ледниковой равнины. Система реки Рита, бассейн Зап. Буга.

Озеро полесского типа (площадь 1,86 км<sup>2</sup>), максимальная глубина 2,2 м. Котловина заполнена донными отложениями (максимальная мощность превышает 10 м, средняя — 6,0 м). Впервые разрез изучен в 1975 г. [1], повторно — комплексом методов в 1988 г.\*

Изучение осадочной толщи озера позволило провести палеолимнологическую реконструкцию и выделить этапы развития котловины и экосистемы озера, обусловленные общими закономерностями изменения природно-климатической обстановки территории.

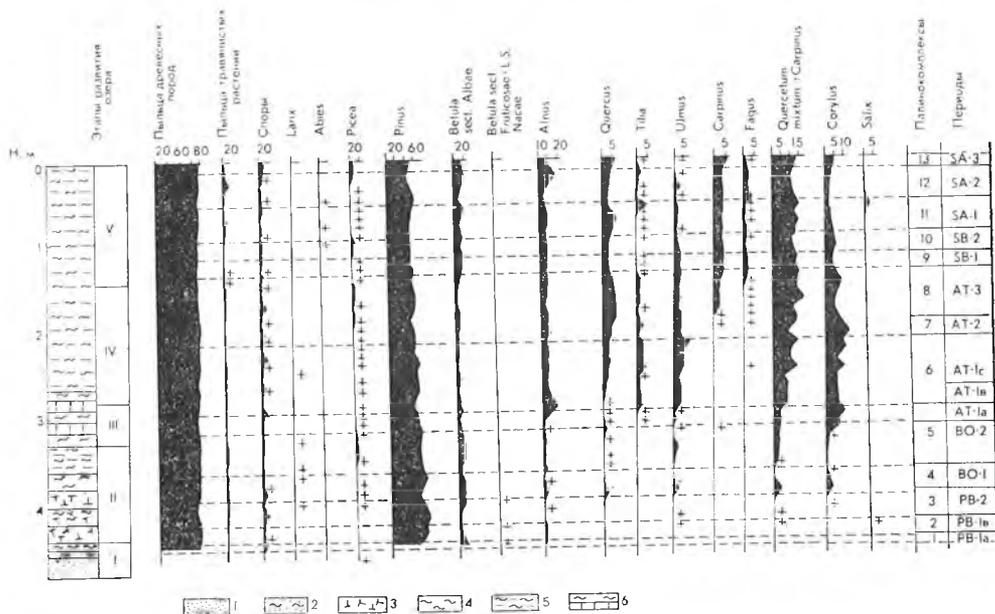


Рис. 1. Палинологическая диаграмма донных отложений оз. Олтушского:

1 — песок; 2 — ил опесчаненный; 3 — торф; 4 — сапропель кремнеземистый; 5 — сапропель тонкодетритовый; 6 — сапропель кремнеземистый с пов. СаО

Первый этап формирования озера относится к пребореальному периоду (рис. 1), нижние слои разреза (4,80—4,40), представленные кварцевыми песками и заиленными их разностями, по-видимому, характеризуют флювиогляциальные осадки приледникового Полесского водоема и постепенное обводнение их с последующим заболачиванием. На кривых распределения (рис. 2) максимальные значения имеют абсолютная масса вещества (1,27—0,4 г/см<sup>3</sup>), кремнезема (98—92 %) и циркония (280 г/т).

\* Палинологический метод [2] (Я. К. Еловичева), геохимический (А. Л. Жуховицкая), комплексный биологический (Б. В. Курзо), диатомовый (Б. П. Власов), абсолютный возраст (Н. Н. Ковалюх).

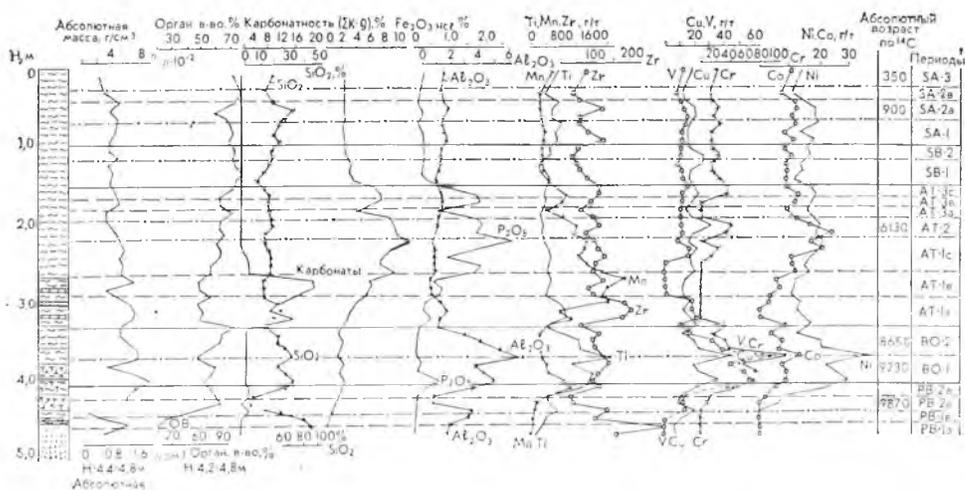


Рис. 2. Распределение основных геохимических элементов в отложениях оз. Олушского. (Обозначения те же, что и на рис. 1)

В палеонтологическом отношении осадки неинформативны.

Второй этап в развитии озера характеризуется перестройкой седиментационных процессов, связанных с торфообразованием, и его можно отнести к пребореал-бореальному периоду (КИ 3394—9870 ± 50). Осадкообразование определяет накопление многослойного горизонта, богатого органическим веществом болотно-озерного генезиса, представленного торфом, торфосапропелем, кремнеземистым и тонкодетритовым сапропелем общей мощностью 1,1 м (4,40—3,30 м). При образовании осадков изменяются интенсивность седиментации и состав терригенного материала. В максимуме (3,80—3,60 м) минеральное вещество суглинистого состава с соотношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  4,5 и 4,8 при 5—7,2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Синхронно алюмосиликатному материалу коррелируют с ним вариации микроэлементов (кривые Ti, Cu, Cr, U, Co, Ni) (см. рис. 2). Ботанический анализ подсапропелевого торфа (С. Г. Беленький) выявил две фазы процесса торфообразования: в интервале 4,55—4,40 м обнаружен древесный низинный торф (древесина и кора лиственных пород до 85 %), а 4,3—4,1 м — гипновый (осоки 15—25, Drepanocladus 35—55, Scorpidium до 30 %). Ботанический состав торфа свидетельствует о постепенном заболачивании суши через стадию заболоченного леса к болоту низинного типа с переходом в озерную стадию.

Богатая и разнообразная диатомовая флора встречена в интервале 4,40—3,80 м. В комплексе доминируют обрастатели (83,6—95,7 % общей численности — виды рода *Fragilaria* Lingb.: *F. construens* (Ehr.) Lyngb. и др. Разнообразно представлены донные виды рода *Navicula* Borg. Палинологические данные в интервале 4,55—4,20 м характеризуются спектрами с преобладанием пыльцы *Pinus* (69—90 %) и участием *Betula* (9—30 %, в том числе *Betula humen*is, *B. nana*), редкими находками *Ресса*, *Larix*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Qercus*, *Tilia* *Corylus*.

На окружающей территории постепенное распространение получили смешанные сосново-березовые леса с примесью широколиственных пород, подлеском из лещины и ольхи.

Третий этап истории озера соответствует интервалу 3,30—2,80 м, относится к началу атлантического периода и характеризуется условиями образования сапропелей с активизацией процессов аутигенного новообразования. Проявление процесса карбонатаккумуляции ( $\text{CaCO}_3$  более 20 %) отражает интенсификацию биохемогенного осадения, чему соответствует смещение среды в щелочную область. По сравнению с предыдущими и последующими слоями pH возросла до 7,25—7,65. Количество остатков диатомовых водорослей в отложениях уменьшается, порой до полного исчезновения.

Наиболее представительная группа водорослей в это время синезеленые (до 49 %), среди остатков которых преобладают споры *Aphanizomenon* и *Arphanizomenon*, донные нитчатые *Lyngbia* sp. Повсеместно присутствуют влагалища трихом *Zloeotrichia* sp. В интервале 2,90—3,10 м встречены виды родов *Aulacosira* Thwaif., *Fragilaria* Lyngb., *Asterionella* Hassal., *Amphora* Ehr. Впервые для разреза отмечен обитатель эвтрофных вод *Aulacosira* *distans* var. *alpigena* Grun. Этап соответствует времени существования мелководного, хорошо прогреваемого, богатого питательными веществами высокотрофного водоема.

Начало климатического оптимума голоцена на пыльцевой диаграмме отмечено возрастанием роли *Alnus* (8—18 %), *Corylus* (3—10), *Q. m.* до 10 %, из них *Quercum* и *Tilia* 0,5—3 %. Доминируют по-прежнему *Pinus* (57—71 %) и *Betula* (8—18 %). На протяжении этого периода территория была покрыта широколиственными лесами с преобладанием вяза, участием липы, граба, бука, подлеска из орешника, обильными ольшаниками. Отмечено появление пыльцы хлебных злаков.

Четвертый этап развития озера Олтушского (2,80—1,50 м) отличается накоплением органических сапропелей, обогащенных соединениями железа. Одновременно сокращается до полного прекращения карбонатообразование. Происходит подкисление среды (pH 5,50—6,85), увеличивается роль органоинеральных реакций, проявляется железистое новообразование, появляется вивианит. Возрастает биопродуктивность озера, формируются сапропели с преобладанием цианофитов, уменьшается количество остатков тканей высших водных растений (до 18—20 %), остатки водорослей из группы протококковых достигают 20—30 %. Вновь отмечается массовое развитие диатомей (интервал 1,80—1,90 м). Господствуют виды: *Aulacosira* *italica* (Ehr.) Kütz., *A. granulata* (Ehr.) Ralfs с разновидностями, субдоминантом выступает образатель *Fragilaria* *construens* var. *venter* (Ehr.) Grun.

В палинологических спектрах слоя сохраняется ведущая роль *Pinus* (до 70 %). Происходит смена состава спектров: среди *Q. m.* (10—16 %) преобладает пыльца *Quercus* (4—8 %) при участии *Ulna* (1—4 %), *Tilia* (0,5—3 %), *Carpinus* (0,5—4 %), *Fagus* (0,5—1 %). Значительно содержание пыльцы *Alnus* (8—15 %), *Corylus* (3—7 %), несколько увеличивается *Picea* (0,5—1 %). Середина атлантического периода отмечена резким снижением роли пыльцы широколиственных пород до 7 %, максимумом *Corylus* (12 %). Район был заселен широколиственными лесами с преобладанием дуба, широким развитием липы, граба, с участием бука, подлеском из орешника.

Пятый этап осадкообразования (SB-SA) отражает процессы и условия седиментации в высокогумусном водоеме с относительно стабильным режимом органонакопления (60—77 % OB). Остатки створок свидетельствуют о расцвете диатомовой флоры.

В массе развиваются виды родов *Aulacosira* Thwaif и *Fragilaria* Lyngb. Максимальной численности для разреза достигают *Aulacosira* *ambigua* (Grun.) O. Müll., *A. granulata* (Ehr.) Ralfs., характерно появление в составе комплекса планктонных видов: *Aulacosira* *islandica* ssp. *helvetica* O. Müll. (11,9 %), холодноводного вида *A. distans* var. *alpigena* Grun (до 2,5 %), *Cyclotella* *compta* (Ehr.) Kütz. *C. operculata* (Ag.) Kütz (в сумме до 7,4 %).

За время развития водоема в нем доминировали ветвистоусые рачки *Cladocera*, в основном *Snyderus* *sphaericus*, характерный для планктона неглубоких водоемов. Из донных видов наиболее многочисленны *Pleuroxces* *uncinatus*, *Alona* *quadraucularis*, *Alonella* *nana*. На окружающей территории произрастали смешанные сосново-березовые леса с примесью широколиственных пород. Во второй половине SB в их составе увеличилась доля темнохвойных пород (ели, пихты), в SA периоде обильно развивались ольшаники, подлесок из лещины.

Роль термофильных и мезофильных пород в составе растительных ассоциаций менялась в зависимости от климатического фактора, а на

завершающем этапе голоцена — в результате активной хозяйственной деятельности человека.

Таким образом, на протяжении голоцена в истории озера Олтушского выделены пять этапов, которые характеризуют заболачивание и торфообразование в раннем голоцене, появление молодого низкоромного с карбонатным типом осадков в среднем и переходом его в эвтрофный высоко гумусный водоем в верхнем голоцене.

Учитывая типичность озера для территории Полесья, полноту и комплектность аналитических данных седиментационного комплекса, описанный разрез осадков можно считать стратотипическим для данной территории.

### Список литературы

1. Якушко О. Ф., Хомич А. А., Еловичева Я. К., Науменко Л. Б. // История озер в голоцене: IV Всесоюз. симпозиум по истории озер. 1975. С. 138.
2. Еловичева Я. К. // Вопросы геологии, геохимии и геофизики земной коры Белоруссии. Минск, 1985. С. 6.

УДК 631.83+633.491

*Н. П. ИВАНОВ, Г. А. ЛИПСКАЯ, И. Е. СКУРКО,  
Я. К. КУЛИКОВ, Л. С. ТАЛЬЧУК, С. Р. ЛЯХОВИЧ*

### СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ХЛОРА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ОРГАНИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ

Дерново-подзолистые заболоченные почвы, распространенные в пределах Белоруссии (3646,4 тыс. га, из них пашня — 16,48, сенокос — 407,4, пастбища — 501,6 тыс. га), образовались в результате совместного воздействия древесной, травянистой растительности и избытка влаги. Рыхлые породы, подстилаемые на небольшой глубине суглинками или глинами, создают условия для переувлажнения. По своим агрохимическим свойствам они сильноокислые, слабо насыщены основаниями, что неблагоприятно для возделывания сельскохозяйственных культур [1]. Необходимо проводить гидротехническую мелиорацию, известкование, вносить органические и минеральные удобрения. Однако прибавка урожайности сельскохозяйственных культур после проведения всех этих мероприятий гораздо ниже научно обоснованной, что в значительной мере связано с применением хлорсодержащих калийных удобрений. Хлор, ингибируя целый ряд важнейших биохимических циклов, не только снижает урожайность, но и резко ухудшает качество возделываемых сельскохозяйственных культур. Угнетающее действие хлора начинает проявляться при содержании его выше 0,5 мг-экв на 100 г почвы [2]. Одним из путей ослабления отрицательного воздействия хлора калийных удобрений является оптимизация почв путем внесения органического вещества.

### Материал и методика

Основной яровой зерновой культурой, возделываемой на дерново-подзолистых почвах Белоруссии, является ячмень. В течение трех лет (1979—1981) нами изучались способы оптимизации исходных почв в целях повышения урожайности и качества ячменя сорта Надя. Опыты проводились на дерново-подзолисто-глееватой связносуспесчаной почве на базе племзавода Будагово Смолевичского района Минской области. Оптимизацию этих почв осуществляли путем одноразового внесения торфа в дозах 100, 200, 300 и 400 т/га в расчете на абсолютно сухой торф. В первый год выращивали картофель, второй — ячмень. Под первую культуру (картофель) вносили  $N_{120}P_{120}K_{240}$ . Во второй год в условиях последовательного под ячмень вносили только  $P_{90}K_{180}$  при соотношении в хлористом калии калия и хлора 1 : 09, что составило 81 кг/га хлора.

Влияние оптимизации на продуктивность ячменя сорта Надя на мелиорированной дерново-подзолистой заболоченной связносупесчаной почве

Варианты опыта	Урожай, ц/га				Прибавка		Абсолютно сухое вещество						
	1979	1980	1981	среднее	ц/га	%	содержание, %				сбор, ц/га	прибавка	
							1979	1980	1981	среднее		ц/га	%
1. Контроль (Р90Кх180 — фон)	31,3	30,4	29,4	30,4	—	—	87,8	90,5	90,5	89,6	27,2	—	—
2. Фон+100 т/га торфа	34,8	31,8	31,4	32,7	2,3	7,6	86,8	90,4	90,6	89,2	29,2	2,0	7,2
3. Фон+200 т/га торфа	42,8	36,0	35,4	38,1	7,7	25,3	86,6	89,9	90,5	89,0	33,9	6,7	24,4
4. Фон+300 т/га торфа	53,0	43,6	44,9	47,2	16,8	55,3	86,4	90,2	90,3	89,0	42,0	14,8	54,1
5. Фон+400 т/га торфа	60,0	42,2	50,6	50,9	20,5	67,4	86,1	89,9	90,5	88,7	45,2	17,9	65,8
<i>m</i> , %	1,01	0,43	0,57										
НСР <sub>0,95</sub> , ц/га	1,50	0,59	0,86										

Таблица 2

Влияние оптимизации мелиорированной дерново-подзолистой связносупесчаной почвы на содержание белка и крахмала в зерне ячменя

Варианты опыта	Б е л о к						К р а х м а л							
	содержание, %				сбор, ц/га	прибавка		содержание, %				сбор, ц/га	прибавка	
	1979	1980	1981	среднее		ц/га	%	1979	1980	1981	среднее		ц/га	%
1	10,0	10,2	9,6	9,9	2,7	—	—	60,9	56,7	66,8	61,5	16,8	—	—
2	10,2	10,6	9,9	10,2	3,0	0,3	10,4	60,8	56,5	66,5	61,3	17,9	1,1	6,9
3	10,3	10,7	10,4	10,5	3,6	0,9	31,5	59,9	55,5	66,3	60,6	20,5	3,7	22,6
4	10,4	10,9	10,8	10,7	4,5	1,8	65,9	58,9	55,4	62,1	58,8	24,7	7,9	47,4
5	10,3	10,8	10,7	10,6	4,8	2,1	77,0	58,5	54,6	59,1	57,4	25,9	9,2	54,7

Следует отметить, что для сохранения фонда торфяников удобрения на торфяной основе можно заготавливать из ложа строящихся водохранилищ [3].

### Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что при внесении 400 т/га торфа урожай зерна ячменя изменился от 30,4 ц/га в контроле до 50,9 ц/га. Внесение 100 т/га торфа увеличивало урожай на 2,3 ц/га, или 8 %, удвоение этой дозы дало прибавку 7,7 ц/га, или 25,3 %, при 300 т/га торфа — 55,3, а 400 т/га — 67,4 % (табл. 1). Рост урожая зерна сопровождался увеличением сбора абсолютно сухого вещества от 27,2 до 45,2 ц/га при закладке максимальной дозы торфа. Качество зерна ячменя при оптимизации мелиорированной дерново-подзолистой заболоченной связносупесчаной почвы улучшилось, о чем можно судить по таким ингредиентам, как белок и его аминокислотный состав, крахмал. Так, содержание белка в зерне контрольных растений составило 9,93 %, а при внесении торфа в дозах 300 и 400 т/га 10,67 и 10,58 соответственно. Содержание крахмала в зерне по мере проводимой мелиорации фактически не изменилось, но валовой сбор увеличился за счет прибавки урожая зерна на 7,94 и 9,17 ц/га при внесении 300 и 400 т/га торфа, что составило 47 и 55 % (табл. 2).

Большое значение для кормовой и пищевой ценности сельскохозяйственных культур имеет аминокислотный состав белков: количество незаменимых аминокислот и их сбалансированность (табл. 3). Несбаланси-

Таблица 3

Влияние оптимизации на содержание аминокислот в зерне ячменя, мг % на абсолютно сухое вещество

Аминокислоты	Фон	Фон + 100 т/га торфа	Фон + 200 т/га торфа	Фон + 300 т/га торфа	Фон + 400 т/га торфа
Аланин	390	440	500	570	620
Лизин	230	300	340	390	410
Гистидин	120	180	220	240	250
Аммак	220	260	310	360	380
Аргинин	420	460	540	610	640
Аспарагиновая	530	570	620	730	760
Треонин	280	340	400	430	450
Серин	320	360	420	500	510
Глутаминовая	1880	2010	2240	2580	2660
Пролин	810	940	1190	1370	1420
Глицин	370	440	500	560	580
Цистин	140	170	190	200	200
Валин	470	520	680	730	760
Метионин	90	120	160	180	190
Изолейцин	330	390	450	500	520
Лейцин	510	590	680	770	840
Тирозин	300	340	380	470	510
Фенилаланин	440	520	580	690	740
Триптофан	110	140	180	190	200
Сумма незаменимых аминокислот	2460	2920	3470	3880	4110
Общая сумма	7960	9090	10 580	12 070	12 640
Биологическая ценность зерна	8,4	10,3	12,4	13,8	14,5

рованность аминокислотного состава белка снижает эффективность его использования и может приводить к нарушению взаимодействия аминокислот в белковом резерве тканей организма и даже к токсическому действию избытка некоторых аминокислот [4].

В наших опытах внесение торфа в дозе 100 т/га увеличивало количество незаменимых аминокислот в зерне на 460 мг% по сравнению с фоном (2400 мг%). Внесение торфа в дозах 200, 300 и 400 т/га повышало содержание незаменимых аминокислот в зерне до 3470, 3880 и 4110 мг% соответственно. Количество незаменимых аминокислот изменялось неодинаково: наиболее возрастало содержание метионина. Следует отметить, что недостаток этой аминокислоты снижает биологическую ценность белка ячменя. Содержание заменимых аминокислот также повышалось под влиянием возрастающих доз торфа. В наибольшем количестве в зерне ячменя накапливались такие аминокислоты, как аспарагиновая и глутаминовая, пролин, аргинин, видимо, за счет запасных белков, содержащих повышенное количество этих аминокислот. Биологическая ценность зерна, определенная на основании содержания незаменимых аминокислот в сравнении со стандартом ФАО, повышалась с 8,4 % на фоне до 14,5 % в варианте с применением 400 т/га торфа.

Регуляция синтеза белка на уровне белоксинтезирующей системы зависит от структурной организации комплексов рибосом и информационной РНК (полирибосомы), на которых происходит включение аминокислот в полипептидную цепь. Данные литературы свидетельствуют, что условия выращивания растений, экологические факторы влияют на эффективность работы полирибосомного аппарата, и, следовательно, на интенсивность биосинтеза белка [5].

В наших исследованиях выявлены существенные изменения интенсивности биосинтеза белка в проростках ячменя под действием оптимизации минеральной почвы путем внесения торфа. Так, в контроле количество импульсов в секунду на мг белка составило 40,8, а при внесении торфа в дозах 100, 200, 300 и 400 т/га: 48,0; 50,2; 53,3 и 55,0 соответственно. При этом ускорялись синтетические процессы, а следовательно, рост и развитие проростков ячменя.

Особая роль в регуляции синтеза белка в клетках принадлежит нуклеиновым кислотам. При различных условиях произрастания регуляция биосинтеза РНК поддерживает функционирование рибосом на постоянном уровне, поэтому изучение закономерностей биосинтеза РНК в зависимости от экологических условий заслуживает особого внимания.

Результаты исследований показали, что активность биосинтеза РНК в проростках ячменя в результате оптимизации почвы возросла с 10 225 импульсов в секунду на мг белка в контроле до 12 890, 14 100, 15 354, 15 880 при внесении торфа в дозах 100, 200, 300, 400 т/га соответственно.

Таким образом, в условиях оптимизированной почвы формируется зерно с высокой активностью нуклеинового обмена, и, следовательно, обеспечиваются более благоприятные условия для образования ферментных систем, ответственных за реакции всех метаболических циклов. К тому же нами выявлено уменьшение содержания хлора на оптимизированных почвах: по мере увеличения доз вносимого торфа количество хлора составляло: 150, 140, 128 и 110 мг% соответственно (контрольный вариант — 166 мг%).

Результаты трехлетних исследований показали, что оптимизация мелиорированных дерново-подзолистых глееватых почв торфованием является рациональным приемом повышения эффективности хлорсодержащих калийных удобрений.

#### Список литературы

1. Почвы Белорусской ССР / Под ред. Т. Н. Кулаковской, П. П. Рогового, Н. И. Смеяна. Минск, 1974. С. 240.
2. Туренков Н. И., Жигарев П. Ф. // Охрана окружающей среды калийных производств. Минск, 1979. С. 90.

3. Рекомендации по использованию торфа из ложа строящихся водохранилищ для коренного окультуривания почв. Минск, 1983. С. 16.

4. Турбин Н. В. // Проблемы белка в сельском хозяйстве. М., 1975. С. 12.

5. Борщенко И. П., Шерстнев Е. А. // Физиология растений. 1968. Т. 15. № 1. С. 165.

УДК [549.456.1 : 552.53] : 551.73/78(47+57)

Э. А. ВЫСОЦКИЙ

## ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ БИШОФИТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Детальное изучение эвапоритовых формаций показало, что бишофитовые залежи не являются редкостью, как это считалось раньше [1], и имеют достаточно широкое географическое распространение на территории Советского Союза. В большинстве регионов бишофит выявлен, как правило, при проведении поисковых работ на нефть и газ. В связи с низким выходом керна картирование бишофитовых пластов осуществляется в основном по результатам геофизических методов исследования скважин. Важнейшими критериями для диагностики бишофита являются данные гамма-каротажа (ГК) и кавернометрии. В комплексе с этими методами эффективно применяются акустический (АК) и гамма-гамма-картаж в плотностной модификации (ГГК-п). Мощные бишофитовые пласты и линзы возможно проследить методами сейсморазведки.

Наиболее древняя на территории СССР бишофитовая залежь выявлена в Днепровско-Донецкой впадине в краматорской свите нижней перми (сакмарский ярус). Залежь связана с калиеносным горизонтом  $t_1$ , залегающим внизу разреза свиты [2, 3]. Нижняя и верхняя части этого горизонта сложены кизерит-карналлитовой, карналлитовой и кизерит-галитовой породами. Содержание кизерита около 26, а карналлита до 30 %. Средняя часть горизонта  $t_1$  представлена бишофитовым пластом мощностью до 7 м, сложенным бишофитовой породой или чередованием ее прослоев и каменной соли. Бишофит молочно-белый, полупрозрачный, крупнокристаллический. Характерно нормальное содержание брома ( $Bг/Cl \cdot 10^3 = 14,5$ ), что может свидетельствовать о его первично-седиментационной природе [3]. В разрезе горизонта встречены бораты, представленные ашаритом и сульфоборитом.

В Припятском прогибе бишофит выявлен в нижнепермских соленосных отложениях в центральной ее части [4]. Проявления бишофита связаны с калиеносным горизонтом, залегающим внизу эвапоритовой формации. В керне бишофит обнаружен в виде минералогической примеси (до 14 %) в кизеритовой породе. По данным геофизических исследований скважин, мощность бишофитового пласта 2 м. Характерен парагенезис бишофита с кизеритом и карналлитом. Бишофитовая залежь подстилается и перекрывается карналлитовыми пластами.

Уникальные по мощности залежи бишофита развиты в пределах Прикаспийской впадины и ее западного обрамления — Приволжской моноклинали [5—7]. В разрезе кунгурской галогенной формации выявлены три бишофитовые залежи, приуроченные к карпенской, погожской и антиповской ритмопачкам, представляющие собой пластовые и линзообразные тела, которые, как правило, подстилаются и перекрываются карналлитовыми пластами. Мощность залежей их варьируется от нескольких до 30—55 м, а на юге Приволжской моноклинали в отдельных скважинах превышает 100 м. В связи с высокой пластичностью бишофитовые пласты нередко образуют раздувы в сводовых частях соляных антиклиналей. Распространение бишофитовых залежей в значительной степени контролируется тектоническим фактором [7]. Бишофитовые породы бесцветные, светло-серые, дымчатые, реже кремовые и красноцветные. Текстуры пород однородные (массивные) и неоднородные (пятнистые, слоистые, полосчатые, узорчатые, пятнисто-узорчатые), структуры — от тонко- до гигантозернистых [8]. В ассоциации с бишофитовой породой

отмечаются кизерит, полигалит, ангидрит и бораты. Бораты представлены борацитом, хильгардитом и ашаритом.

Недавно пластообразная залежь бишофитовой породы выявлена в плиоцен-четвертичной эвапоритовой формации на полуострове Бузачи в пределах Кайдакского соленосного бассейна [9]. Мощность ее до 3 м. Расположена среди сульфатно-магниевого солей, содержащих маломощные прослои каменной соли и астраханита. В нижней части эвапоритового разреза под бишофитовой залежью выделяются три слоя карналлитовой породы.

На территории СССР пластовые залежи бишофита выявлены пока только в нижнепермских и плиоцен-четвертичных эвапоритовых формациях. В соленосных отложениях допермского возраста проявлений бишофита не обнаружено. Этот факт пока еще не нашел соответствующего объяснения с позиций теории галогенеза. Таким образом, на территории СССР проявились два из трех известных в истории развития Земли этапов бишофитонакопления [10].

Отложения бишофита генетически связаны с карналлитсодержащими горизонтами, в разрезах которых занимают определенное положение. Пермские разрезы в целом обладают однотипным строением: бишофитовые залежи (или пласты) перекрываются и подстилаются карналлитовыми. Неоген-четвертичные бишофитоносные горизонты содержат слои карналлитовой породы в нижней части разреза, расположенные на некотором удалении от бишофитового пласта. Строение бишофитоносных горизонтов свидетельствует о том, что осаждение бишофита происходило лишь после прохождения рассолами карналлитовой стадии. Бишофитосажающие бассейны всегда располагались в пределах ареалов развития карналлитовых залежей, которые как бы служили берегами бишофитовых озер.

Бишофитовые залежи обладают своеобразной парагенетической ассоциацией соляных пород и минералов. Для отложений пермского возраста характерен парагенезис бишофита с карналлитовой породой, сульфатно-магниевыми солями (преимущественно кизерит) и каменной солью. На Приволжской моноклинали, в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах в ассоциации с отмеченными породами наблюдаются бораты. Это дает основание предполагать присутствие боратов в бишофитсодержащем горизонте в Припятском прогибе. В неоген-четвертичных эвапоритовых образованиях бишофит ассоциирует с сульфатномагниевыми солями и карналлитовой породой. В целом для бишофитовых залежей, развитых на территории СССР, свойственна приуроченность их к калиеносным формациям сульфатного типа. Следует отметить, что за пределами СССР известны бишофитовые породы в составе калиеносных горизонтов хлоридного типа (аптские соленосные отложения Конголезской и Габонской впадин).

Формирование бишофитовых залежей происходило в эвапоритовых бассейнах различных тектонических типов. В Днепровско-Донецкой впадине и Припятском прогибе бишофитонакопление связано с завершающей стадией рифтогенеза в Припятско-Донецком авлакогене. Здесь, в условиях растяжения и раздвижения земной коры в раннепермскую эпоху, существовал узкий и весьма протяженный морской залив со сложной топографией рельефа дна и развитием поперечных порогов (барьеров). Накопление бишофита осуществлялось в локальных суббассейнах из высококонцентрированных рассолов.

В несколько иной геодинамической обстановке формировались бишофитовые залежи в Прикаспийской впадине и на Приволжской моноклинали. В ранней перми в обстановке сжатия палео-Азиатского океана, которое началось еще в девоне и активно продолжалось в карбоне, в связи с придвижением плато Устюрт и микроконтинента вала Карпинского к Восточно-Европейскому континенту [11], на территории Прикаспия возник обширный эвапоритовый бассейн. В кунгурском веке условия, благоприятные для накопления бишофита, здесь возникали трижды.

Кайдакский эвапоритовый бассейн сформировался в пределах денудационной ложбины субмеридионального простирания. Во время акчагыльской трансгрессии она была затоплена морскими водами. Эвапоритовый бассейн узким проливом, существовавшим в районе современного залива Комсомолец, соединялся с Каспийским морем. В связи с колебанием уровня Каспийского моря связь эвапоритового бассейна с ним периодически затруднялась. Бишофитовая залежь сформировалась в погруженной и, очевидно, самой глубоководной части бассейна, где скапливались наиболее плотные рассолы, сгущение которых в условиях аридного климата достигало эвтоники.

Таким образом, образование залежей бишофита на территории СССР происходило в крупных эпиконтинентальных эвапоритовых бассейнах, а также в заливах, глубоко вдававшихся в сушу, и даже относительно небольших заливах, периодически связанных с морем. В пределах областей древнего соленакопления бишофитовые залежи были распространены на значительно меньшей площади, чем подстилающие их карналлитовые породы, т. е. бишофитосажающие бассейны имели «карналлитовые берега».

В пределах СССР бишофитовые пласты (за исключением маломощной залежи на полуострове Бузачи) залегают на больших глубинах: в Припятском прогибе 1500—1600 м, Днепровско-Донецкой впадине 2000—2600 м, Прикаспийской впадине и Приволжской моноклинали 800—2300 м и более. В связи с чрезвычайно высокой растворимостью бишофита и большими глубинами единственно эффективным методом его разработки является геотехнологический, позволяющий извлекать бишофит в виде раствора через буровые скважины с земной поверхности. Оптимальны для разработки продуктивные пласты мощностью 15—20 м и более. Залежи такой мощности известны в Прикаспии, где разведано несколько месторождений (Светлоярское и др.). В настоящее время это единственный в мире регион, в пределах которого производится добыча бишофита.

Бишофит как новый вид минерального сырья может найти в будущем широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве. В первую очередь, это ценное природное сырье для получения магния, брома и других микрокомпонентов. В настоящее время бишофит применяется в медицине, металлургии, деревообрабатывающей промышленности (как антисептик) и т. д. Не исключена возможность использования бишофита в качестве макро- и микроудобрения.

### Список литературы

1. Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М., 1962.
2. Кореневский С. М., Бобров В. П., Супронюк К. С. и др. Галогенные формации Северо-Западного Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины и их калленосность. М., 1968.
3. Галицкий И. В. // Литология и палеогеография палеозойских отложений Русской платформы. М., 1972. С. 249.
4. Высоцкий Э. А., Кислик В. З., Акулич В. А. и др. // Докл. АН БССР. 1986. Т. 30. № 3. С. 259.
5. Кореневский С. М., Воронова М. Л. Геология и условия формирования калийных месторождений Прикаспийской синеклизы и Южно-Предуральского прогиба. М., 1966.
6. Казанцев О. Д., Ермаков В. А., Гребенников Н. П. // Советская геология. 1974. № 7. С. 124.
7. Гребенников Н. П., Ермаков В. А. // Особенности строения залежей бишофита и калийных солей. Новосибирск, 1980. С. 66.
8. Жарков М. А., Жаркова Т. М., Мерзляков Г. А. и др. // Особенности строения залежей бишофита и калийных солей. Новосибирск, 1980. С. 4.
9. Борисов Н. И., Галактионов А. Б., Гусев В. И. и др. // Строение и условия образования соленосных формаций. Новосибирск, 1981. С. 150.
10. Vysotskiy E. A., Kislik V. Z. // International Geology Review. 1987. V. 29. № 2. P. 134.
11. Бражников О. Г., Михалькова В. Н. // Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов. М., 1987. С. 141.

## ТЕХНОГЕННЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В РАЙОНАХ КРУПНОМАСШТАБНЫХ РАЗРАБОТОК ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Интенсивная разработка полезных ископаемых шахтным способом зачастую ведет к образованию систем трещин в горных породах, просадке земной поверхности над выработанным пространством, заболачиванию и подтоплению пахотных земель, отчуждению сельскохозяйственных угодий под терриконы, резкому ухудшению экологической обстановки в районах действующих рудников. Возможны также техногенные землетрясения, причем не обязательно в сейсмически активных зонах. Комплекс причин, предопределяющий техногенные землетрясения, чаще всего реализуется в крупных горнорудных районах, где ежегодно из недр извлекаются миллионы тонн руды, а отработанные площади занимают достаточно обширные территории. Такими, в частности, являются районы крупномасштабных разработок калийных солей шахтным способом.

В Белоруссии отработка калийных солей осуществляется на Старобинском месторождении, расположенном в краевой северо-западной части Припятского прогиба, представляющего собой отрицательную структуру на западе Восточно-Европейской платформы. В этом районе прослеживается несколько мантийных литостратических разломов субширотного простирания (Северо-Припятский, Речицко-Вишанский, Червонослободско-Малодушинский) [1]. Непосредственно через территорию месторождения трассируются также тектонические нарушения северо-восток — юго-западной ориентации: Краснослободская и Северо-Западная зоны разломов, Центральный разлом. Эти разломы делят месторождения на ряд блоков, наклоненных на север — северо-восток и ступенчато погружающихся в восточном направлении [2].

На месторождении эксплуатируются два калийных горизонта (II и III) на глубинах 400—950 м. На первых этапах его освоения использовалась камерная система отработки с жестким поддержанием кровли. С целью увеличения коэффициента извлечения сильвинитовой руды из недр широко применяется система разработки длинными столбами с полным или частичным обрушением кровли. Это интенсифицировало протекание негативных явлений: усилились масштабы просадок земной поверхности и процессы заболачивания, более развитой стала сеть трещин в соленосных и надсолевых отложениях, активизировалось вспучивание подошвы горных выработок и т. д.

В настоящее время уже отработаны основные площади 1-го и 2-го шахтных полей. В Солигорском промышленном районе накоплены сотни миллионов тонн твердых глинисто-галитовых, а также жидких отходов калийного производства. Перераспределение столь крупных масс горных пород нарушает изостатическое равновесие и способствует возникновению напряжений в недрах.

Внезапное снятие напряжений, т. е. землетрясение, может быть вызвано обрушением кровли над выработанным пространством на значительных площадях. Кроме того, на тектонические процессы и сейсмическую активность оказывают влияние искусственные водохранилища и тем самым нередко провоцируют землетрясения [3]. В Солигорском водохранилище уже накоплены значительные объемы воды, и этого нельзя не учитывать.

Сотрясения земной коры в районе г. Солигорска, вызванные обрушением горных пород над подземными выработками, проявлялись неоднократно. Наиболее значительным событием было техногенное землетрясение 10 мая 1978 г., во время которого обрушилось более 3 тыс. т соленосных пород на шахтных полях ПО «Белорускалий». Магнитуда составила 3,5. Интересно, что после этого землетрясения было зафиксировано

заметное (до 0,25 см<sup>3</sup>/кг) увеличение содержания гелия в породах на Южно-Валавской площади, расположенной в 70 км южнее эпицентра [4].

Следует отметить, что в последние годы уделяется определенное внимание изучению сейсмического режима территории Белоруссии [4—6]. Выделены две зоны современной повышенной тектонической активности, в пределах которых наиболее вероятны кратковременные разрядки напряжений [5]. Первая протягивается в северо-восточном направлении примерно от района г. Бреста на юго-западе до г. Витебска на северо-востоке и в общих чертах контролируется Западно-Белорусской складчатой системой фундамента, вторая — охватывает Припятский прогиб с узкими полосами прилегающих к нему территорий. Расположение Старобинского месторождения в пределах мобильной тектонической зоны не исключает возможности проявления здесь местных землетрясений, которые, в свою очередь, могут вызвать обрушение больших масс пород в подземных выработках. Необходимо также учитывать воздействие так называемых транзитных (прежде всего Карпатских) землетрясений, отражающих тектонические процессы, происходящие на юго-западной границе Евразийской плиты. Так, в Минской области Карпатское землетрясение 4 марта 1977 г. ощущалось интенсивностью до 4 баллов по шкале Рихтера. Таким образом, в районе г. Солигорска возможны техногенные, тектонические и комбинированные (тектоно-техногенные) землетрясения.

Уникальным событием явилось техногенное землетрясение, происшедшее в начале 1989 г. в ГДР [7]. На калийном руднике близ пос. Меркерес, расположенном в слабоактивном с точки зрения сейсмичности районе, после подземных взрывных работ произошел подземный толчок силой 5,5 балла по шкале Рихтера. В результате землетрясения разрушены дома в окрестных поселках, нарушена система связи, линии электропередач, дорожное движение, есть пострадавшие люди. По мнению заведующего отделом сейсмологии Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР члена-корреспондента АН Армянской ССР И. Л. Нерсесова, уникальность этого явления состоит в том, что эпицентр землетрясения оказался вблизи точки взрыва. Косвенной причиной реакции на него может быть результат техногенной деятельности, в данном случае — образование огромных подземных пустот. Именно это обусловило значительную часть разрушений в зоне землетрясения.

Есть все основания ожидать в районе г. Солигорска более сильные техногенные землетрясения (по балльности сравнимые с Меркереским землетрясением в ГДР). Для этого имеются геологические, физико-географические и техногенные предпосылки: 1) приуроченность Старобинского месторождения к району контрастного строения земной коры; 2) разветвленная сеть тектонических разломов различной ориентации и глубины заложения; 3) достаточно интенсивные неотектонические движения; 4) расположение г. Солигорска в непосредственной близости от шахтных полей ПО «Белорускалий» (город практически примыкает к южным флангам 1-го и 2-го шахтных полей); 5) с востока и юго-востока г. Солигорск опоясан водохранилищем, в котором сконцентрированы значительные объемы воды; 6) непрерывное увеличение отработанных площадей на действующих шахтных полях и в перспективе освоение новых территорий (Краснослободской участок и др.); 7) широкое внедрение системы отработки калийных солей с посадкой кровли над выработанным пространством; 8) интенсивное накопление на поверхности земли глинисто-галитовых отходов, масса которых в перспективе может достигнуть нескольких миллиардов тонн.

Землетрясения, в том числе техногенные, представляют наибольшую опасность для городов, и возможность их должна учитываться при градостроительстве. При строительстве технических сооружений и особенно многоэтажных зданий необходимо принимать в расчет допустимую в сейсмическом отношении нагрузку в соответствии с ожидаемой балльностью потенциальных землетрясений. Надо отметить, что г. Солигорск

расположен в неблагоприятных в топографическом и геологическом отношении условиях. При проектировании и закладке его полностью игнорировались возможные последствия крупномасштабной отработки калийных солей на обширных площадях, в том числе проявление техногенных землетрясений. Многих негативных явлений можно было бы избежать или же уменьшить их влияние на экологическую обстановку, если бы для решения вопросов градостроения привлекались специалисты геолого-географического профиля. Для примера можно сослаться на опыт США и Канады, где для анализа проблем градостроения задействован весьма разнообразный профессиональный состав исполнителей, среди которых наряду с архитекторами, инженерами-строителями и другими специалистами весьма широко представлены геологи, специалисты по охране окружающей среды, демографы, экологи, географы, метеорологи, почвоведы и др. [8].

Таким образом, приведенная информация о техногенных землетрясениях в районах крупномасштабных отработок калийных солей и анализ комплекса геологических, физико-географических и техногенных предпосылок позволяют прогнозировать в окрестностях г. Солигорска землетрясения до 5—6 баллов. В связи с этим возникает необходимость уже сейчас при планировании и строительстве новых производственных объектов и жилых зданий повышенной этажности учитывать сейсмические нагрузки в соответствии с ожидаемой интенсивностью потенциальных землетрясений.

#### Список литературы

1. Айзберг Р. Е., Гарецкий Р. Г., Клушин С. В. и др. // Докл. АН БССР. 1988. Т. 32. № 2. С. 152.
2. Гарецкий Р. Г., Высоцкий Э. А., Кислик В. З. и др. Калийные соли Припятского прогиба. Минск, 1984.
3. Болт Б. А., Хорн У. Л., Макдональд Г. А. и др. Геологические стихии. Землетрясения, цунами, извержения вулканов, лавины, оползни, наводнения. М., 1978.
4. Бурак В. М. // Докл. АН БССР. 1988. Т. 32. № 11. С. 1025.
5. Гарецкий Р. Г., Боборыкин А. М., Бурак В. М. и др. Там же. 1983. Т. 27. № 12. С. 1098.
6. Гарецкий Р. Г., Боборыкин А. М., Емельянов А. П. и др. // Сейсмологические и геотермические исследования в Белоруссии. Минск, 1985. С. 5.
7. Литературная газета. 1989. № 13. С. 12.
8. Леггет Р. Города и геология. М., 1976.

УДК 338.1:91

Т. Л. КАЗАКОВА

### ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ЗВЕНА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПЛОДООВОЩЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО АПК БЕЛОРУССИИ

Среди специализированных растениеводческих агропромышленных комплексов республики особое место занимает плодоовощеперерабатывающий, призванный удовлетворять потребности населения в овощах, плодах и ягодах в свежем и переработанном виде.

В составе специализированного АПК важнейшим звеном является аграрное, представленное такими отраслями сельского хозяйства, как овощеводство и плодоводство.

На долю Белоруссии приходится немногим более 3% производства овощей и 2% фруктов [1, 2]. Республика не специализируется на овощеводстве и плодоводстве, однако этим отраслям принадлежит важная роль в обеспечении населения витаминной продукцией в течение года. В 1988 г. потребление овощей в расчете на душу населения в Белоруссии составило 85 кг, фруктов — 55 кг, но потребности в них полностью не удовлетворены и не соответствуют научно обоснованным нормам, согласно которым требуется 130 кг овощей и 125 кг фруктов в год.

В связи с тем, что овощеводство и плодоводство территориально дифференцированы, их целесообразно рассмотреть отдельно.

По данным Госкомстата БССР, в 1988 г. посевы овощных культур во всех категориях хозяйств составили 43,2 тыс. га (табл. 1), или 0,7 % всей посевной площади, в том числе в общественном секторе соответственно 27,6 тыс. га, или 64 %.

Таблица 1\*

Динамика основных показателей развития овощеводства  
во всех категориях хозяйств в БССР

Показатели	1970	1975	1980	1985	1988
Вся посевная площадь овощных культур, тыс. га	48,6	48,3	53,8	47,5	43,2
Валовой сбор, тыс. т	855,0	710,5	733,1	828,0	880,5
Урожайность, ц с 1 га	176,0	148,0	140,0	177,0	190,9

\* Составлена по данным Госкомстата БССР.

В Белоруссии овощи возделывают повсеместно, однако следует отметить, что максимальные их площади сосредоточены вокруг крупных городов и перерабатывающих предприятий. Среди областей по посевам овощных культур выделяются столичная Минская и южная Гомельская, с благоприятными почвенно-климатическими условиями. За последние годы сократились посевные площади овощей в Витебской области. Это объясняется более суровыми природными условиями и уменьшением численности сельского населения.

Крупные площади овощных культур имеют специализированные хозяйства. За счет их создания предполагается решить овощную проблему в республике. В среднем, по данным Госкомстата БССР, на одно такое хозяйство приходится 190 га посевов овощей открытого грунта, а в колхозах и совхозах только по 16 га.

В видовой структуре возделываемых овощей преобладают холодостойкие культуры — белокочанная капуста, столовая свекла и морковь, отличающиеся относительно высокой сохранностью и транспортабельностью. Потребность в таких ценных культурах, как помидоры, удовлетворена примерно на 30, в зеленых — на 20 %. В целом традиционно сложилась неудовлетворительная видовая структура. В первую очередь необходимо увеличить производство огурцов и помидоров, а также зеленых и малораспространенных культур (петрушка, сельдерей, пастернак, капуста кольраби и т. д.).

Преобладающую часть овощей выращивают в открытом грунте, хотя вблизи крупных городов в последние годы активно развивается тепличное и парниковое хозяйство, создающее возможность для их круглогодичного производства в более разнообразном ассортименте. Удельный вес овощных культур закрытого грунта в общем объеме производства в республике составляет 55,7 тыс. т, или 6,3 %. Этого количества продукции недостаточно для удовлетворения спроса потребителей, так как на душу населения производится в год всего лишь 5,5 кг овощей, возделываемых в теплицах и парниках. Одной из причин неудовлетворительного обеспечения населения такими овощами является неэффективное использование на протяжении ряда лет площади закрытого грунта, составляющей 0,41 м<sup>2</sup> на одного жителя республики при необходимой норме, по данным Госкомстата БССР, 1 м<sup>2</sup>. В теплицах выращивают преимущественно огурцы, помидоры, зеленый лук. Однако до сих пор не решены вопросы бесперебойного обеспечения населения овощами, выращенными в закрытом грунте, в межсезонный период.

Важной проблемой овощеводства является получение стабильных урожаев. В условиях Белоруссии посевные площади овощных культур

в последние годы сократились, а урожайность их подвержена сильным колебаниям (см. табл. 1). Это, в свою очередь, сказывается на динамике валовых сборов. В 1988 г. во всех категориях хозяйств, включая закрытый грунт, получено 880,5 тыс. т\* овощей, однако полностью потребности населения в овощной продукции не удовлетворены.

В 1988 г. урожайность овощных культур во всех категориях хозяйств республики составила 190,9 ц/га (в СССР — 157,4 ц/га)\*. Несмотря на то, что по уровню урожайности овощей Белоруссия опережает СССР в целом и такие республики, как РСФСР, Украина, Литва, Латвия, Эстония, для нее характерны территориальные различия внутри областей, районов и хозяйств. Так, в 1988 г. 45 % колхозов и совхозов получили урожайность овощных культур менее 75 ц/га. Если бы хозяйства с низкой урожайностью достигли среднего республиканского уровня, то это позволило бы получить дополнительно свыше 100 тыс. т овощей. Низкая урожайность овощных культур зависит от многих факторов, но в большей степени объясняется низкой культурой ведения овощеводства и организации производства [3].

Для получения высоких и устойчивых урожаев овощных культур необходимо строго соблюдать весь комплекс агротехнических мероприятий, в первую очередь возделывать их на орошаемых землях, рационально использовать минеральные и органические удобрения, внедрять высокоурожайные сорта, устойчивые к болезням, вредителям и неблагоприятным погодным условиям.

Среди других нерешенных проблем в отрасли следует отметить низкий уровень механизации труда, особенно на уборочных работах, практически не механизировано возделывание ни одной культуры.

Не менее важной задачей является решение проблемы улучшения качества овощей. В результате нарушений сроков уборки, условий транспортировки и хранения значительная часть продукции теряет потребительские свойства, приходит в негодность или используется на кормовые цели. По данным Госкомстата БССР, ежегодные потери овощей в хозяйствах общественного сектора составляют 9 % валового сбора; на кормовые цели направляется 25 % выращенного урожая (включая хозяйства населения). На качестве овощных культур в последние годы отразилось избыточное внесение минеральных удобрений, особенно азотных, что привело к повышенному содержанию нитратов. Это требует весьма осторожного использования средств химизации, более широкого применения торфо-навозных компостов. Следует систематически проводить контроль за качеством всей поступающей продукции как в хозяйствах, так и в торговых организациях.

С целью улучшения развития овощеводства в республике разработана специальная программа на период до 1990 г., включающая комплекс мероприятий, осуществление которых позволит обеспечить стабильное производство овощей высокого качества и наиболее полное снабжение ими населения [4].

Важная часть сельскохозяйственного звена характеризуемого комплекса — плодоводство. Сравнивая овощеводство и плодоводство, следует отметить, что первая отрасль в Белоруссии лучше развита, чем вторая. В 1988 г. общая площадь плодово-ягодных насаждений во всех категориях хозяйств составила 133 тыс. га (табл. 2), из них в плодоносящем возрасте 90,7 %. По сравнению с 1970 г. площадь садов и ягодников сократилась более чем на 20 %. Основной причиной такой тенденции являются значительные затруднения, испытываемые колхозами, совхозами и населением, с реализацией выращенных плодов и ягод. Возможности их хранения ограничены. В результате часть урожая гибнет или поступает на корм скоту. В последние годы в хозяйствах наблюдалось массовое списание деревьев, заложенных в предвоенные годы в связи с исте-

---

\* Данные Госкомстата БССР.

Динамика основных показателей развития плодоводства  
во всех категориях хозяйств в БССР

Показатели	1970	1975	1980	1985	1988
Площадь плодово-ягодных насаждений всех возрастов, тыс. га	171,0	166,2	161,7	141,1	132,9
в том числе в плодоносящем возрасте	128,6	133,0	135,5	130,6	120,5
Валовой сбор плодов и ягод, тыс. т	438,6	693,0	414,0	757,4	260,9
Урожайность плодов и ягод, ц с 1 га	34,1	52,0	30,6	57,9	21,6
в том числе урожайность плодов и ягод в общественных хозяйствах	9,1	14,6	5,0	6,4	4,6

\* Составлена по данным Госкомстата БССР.

чением срока плодоношения. Новые посадки практически не проводились. Сокращению площади плодово-ягодных насаждений в индивидуальных хозяйствах также способствовало уменьшение численности сельского населения, затруждения в приобретении посадочного материала для закладки новых садов.

Валовой сбор плодов и ягод подвержен очень сильным колебаниям, что обусловлено крайне низкой урожайностью в хозяйствах общественного сектора (см. табл. 2). В целом уровень развития плодоводства в республике не соответствует современным требованиям. В первую очередь необходимо изменить породный и сортовой состав насаждений, так как ассортимент плодов не удовлетворяет потребности населения и перерабатывающей промышленности в сырье. В структуре насаждений преобладают семечковые (яблони, груши). На их долю приходится 84 % всех насаждений. Удельный вес косточковых (слива, вишня) и ягодников незначителен и они сосредоточены преимущественно в индивидуальных хозяйствах. В группе семечковых распространены яблони осеннего и ранне-зимнего сроков созревания; очень мало сортов, способных сохраняться в свежем виде в зимнее время.

В структуре плодовых культур преобладают деревья в возрасте 25 лет и старше. В ближайшие годы они подлежат раскорчеванию в связи с истечением срока плодоношения. На долю деревьев молодого возраста (до 8 лет) приходится всего лишь 11 %, и одной из важных задач является закладка новых садов.

Среди других проблем следует отметить низкий уровень концентрации плодовых насаждений. В большинстве хозяйств сады размещены на небольших участках и занимают незначительную площадь. Под многолетние насаждения вносятся мало органических и минеральных удобрений. Хозяйства не обеспечены сельскохозяйственными машинами и специальным инвентарем, предназначенными для работы в саду. Практически не ведется обработка приствольных полос, борьба с вредителями и болезнями, что резко снижает продуктивность деревьев.

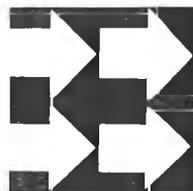
Для успешного развития плодоводства в Белоруссии необходимо расширить площади питомников, улучшить качество посадочного материала, строго соблюдать правила агротехники. В республике разработана комплексная программа развития отрасли до 2000 г., согласно которой предусмотрено заложить новые сады и ягодники промышленного типа на площади 39 тыс. га [3]. Кроме того, намечено производство саженцев плодовых культур. Однако добиться быстрого увеличения валовых

сборов, урожайности за счет новых плодово-ягодных насаждений не представляется возможным, так как выращивание деревьев — процесс длительный, поэтому для повышения эффективности плодородства следует обратить внимание на улучшение использования существующих насаждений.

Таким образом, успешное развитие специализированного плодовоовоще-перерабатывающего агропромышленного комплекса республики зависит в первую очередь от основного аграрного звена, представленного овощеводством и плодородством.

### Список литературы

1. Народное хозяйство СССР в 1987 г.: Стат. ежегод. М., 1988.
2. Народное хозяйство Белорусской ССР в 1987 г.: Стат. ежегод. Минск, 1988.
3. Язынина Р. А. Специализированный аграрно-промышленный комплекс и его территориальная организация. Киев, 1979. С. 65.
4. Продовольственная программа БССР до 1990 г. и на период до 2000 г. Минск, 1982.



УДК 912.002.5

*А. М. ТРОФИМОВ, Р. А. ЖМОЙДЯК, Л. Н. ГНЕДЕНКОВ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ**

Для решения сложных задач пространственно-временного взаимодействия нами разработана географическая информационная система (ГИС) моделирования окружающей среды (МОС), которая представляет собой систему методических, математических, программных, технических и организационных решений задач, направленных на повышение эффективности предметной профессиональной деятельности группы пользователей вычислительной системы, занимающихся наблюдением, анализом и синтезом сложного географического объекта с целью построения прогнозов или выработки рекомендаций для управленческих решений. Предполагается, что применение системы МОС может быть оправдано, если группа характеризуется, по крайней мере, одним из следующих признаков: единством географического объекта, предмета профессиональной деятельности пользователей различных специальностей, а также единством применяемых географических концепций и целей. Географическими концепциями в этом случае являются концепции единого географического поля и геоситуационный подход.

В качестве основного географического объекта, предназначенного для первоочередного моделирования средствами системы МОС, выбирается один из наиболее сложных географических образований — географический комплекс.

Система МОС — геоинформационная система реляционного типа, база знаний которой включает в себя совокупность таблиц, реализующих модель географического объекта (в данном случае географического комплекса — ГК), специальных таблиц-констант для организации обработки данных о текущем состоянии ГК и программных модулей, осуществляющих действие над таблицами, соответствующих типовым процедурам обработки текстовой, типовой и картографической информации. Кроме того, в состав системы, при настройке ее на конкретный ГК, вводятся дополнительные процедуры обработки, предназначенные для получения оценочных характеристик текущего состояния ГК, прогноза и промежуточных или окончательных рекомендаций, а также для последующего принятия управленческих решений.

Модель географического комплекса  $A$  включает в себя совокупность таблиц  $M_0$ , описывающих относительно устойчивые отношения и функции, связывающие некоторый набор переменных, характеризующих ГК. В частности, в совокупность вводятся таблицы карт экономического и специально-экономического содержания, карты геологические, почвенные, сельскохозяйственных угодий, эрозийной устойчивости грунтов, мелиоративных мероприятий, оперативные, прогнозные, эвристические и др.

Совокупность таблиц  $M_0$  описывает относительно устойчивые отношения ГК. Более широкая совокупность таблиц  $M_1$ , включающая, в частности, и  $M_0$ , содержит дополнительные таблицы, в которых фиксируется один из вариантов выбора структурной организации комплекса. В  $M_1$  содержатся, кроме того, таблицы вариантов различного типа (в том числе и экологические) районирования и размещения производительных сил комплекса. Сюда относятся также и таблицы функций, позволяющие рассчитывать значения количественных и качественных характеристик оценки отдельного варианта выбора структуры объекта и иных выборов воздействия на ГК.

Моделирование ГК и оценка на его основе возможных вариантов выбора управляющих воздействий производится имитацией на ЭВМ перехода вида  $A_n \rightarrow A_{n+1}$ , где  $A_n$  и  $A_{n+1}$  интерпретируются в трех вариантах:

1.  $A_n$  и  $A_{n+1}$  — части ГК, среди которых  $A_{n+1}$  более сложная, включающая  $A_n$  в качестве подчасти. Многократная имитация переходов вида  $A_n \rightarrow A_{n+1}$  позволяет проводить процесс «создания» эффективной структуры с пошаговой оценкой промежуточных этапов.

2.  $A_n$  и  $A_{n+1}$  — части комплекса одной и той же фиксированной структуры, отнесенной к различным моментам времени. Многократная имитация переходов  $A_n \rightarrow A_{n+1}$  позволяет проследить изменение характеристик эффективности исследуемого варианта в условиях изменений, не зависящих от управляющих воздействий.

3.  $A_n$  и  $A_{n+1}$  — части объекта одной и той же фиксированной структуры, отнесенной к различным моментам времени. При этом  $A_n$  соответствует состоянию ГК до реализации исследуемого управляющего воздействия, а  $A_{n+1}$  — после реализации его.

Естественно, что условия постоянного изменения состояния ГК и, что более важно, представления о ГК накладывают специфические требования к программному обеспечению системы МОС, реализующему переходы  $A_n \rightarrow A_{n+1}$ . Это прежде всего требования общности, гибкости программных средств, возможности их быстрой настройки на реализацию конкретного подхода. Эти требования обеспечиваются унификацией пространственно-временных структур ГК, элементарных преобразований этих структур, а также унификацией программно-реализуемых процедур, позволяющих соединять элементарные пространственно-временные структуры в неэлементарные, а элементарные преобразования — в преобразования переходов  $A_n \rightarrow A_{n+1}$ .

УДК 801.311

Р. И. ОВЧИННИКОВА, Г. Я. РЫЛЮК

## О ГИДРОНИМЕ БУДАВЕСТЬ

На правобережье Западной Двины в бассейне р. Сечны расположено оз. Будавесть. То же название носит и небольшая река, левый приток р. Оболь, протекающая севернее. Существуют несколько вариантов названия озера — Будовесское, Будовичи, Будовище. Название реки также меняется от верховьев к устью — Будовица, Будовец, Будавесть, Бусовесть, Черница.

В. А. Жучкевич полагал, что название озера и реки Будавесть произошло от слияния двух славянских основ БУДА и ВЕСЬ, где БУДА «лесное строение», ВЕСЬ «поселение сельского типа» [1]. Это объяснение никак нельзя увязать с названиями водных объектов. Можно также сопоставить название Будавесть со схожими литовскими топонимами Budvietė, Būdviētis [2].

Ошибочность этих предположений объясняется оторванностью этимологического анализа от конкретного физико-географического положения водных объектов на местности, а также отчленением гидронимов Будавесть от гидронимических пластов Западной Двины.

Прежде всего не может не привлечь внимания пространственная близость обоих объектов. Исходя из рельефа местности можно предположить, что р. Будавесть в послеледниковое время могла представлять собой водную артерию, протянувшуюся в юго-восточном направлении до самой Двины. Реликты этой системы — непрерывная цепь зачастую сообщавшихся между собой озер, из которых наиболее значительные Лезвинка, Городно, Сосна, Будавесть, Лесковичи, Лесковичи, Круглик, Мошно, Большое. Впоследствии р. Сечна, вероятно, перехватила верховья этой реки. Оз. Будавесть, являясь обособившейся частью прареки Будавесть, могло унаследовать от нее и название. О речном происхождении озера напоминает вытянутая форма котловины, а также берега: западные — крутые, восточные — пологие [3].

Лингвистический анализ форманта названия позволил отнести данный гидроним в ряд прибалтийско-финских названий на -ВЕСЬ. Сравни название оз. Ивесь в бассейне р. Шоши и названия озер Финляндии: Ванковеси, Пулавеси, где -ВЕСЬ связывается с финским *vesi* «вода».

Основа названия БУДА также находит свое объяснение в ряду аналогичных прибалтийско-финских топонимов. Сравним названия г. Пудожа, нас. п. Пудость, р. Пудос в Карелии [4], р. Пудас в Ленинградской области [5], д. и о. Будовик на Псковском озере [6]. Начальное -б-, нехарактерное для прибалтийско-финских языков, вероятно, озвончено позднее. Исходная форма названия — \*Пудовесь. Основа ПУДО- сравнима с древне-вепским и финским *pudas* «залив реки, протока», саамским ПУДАС «узкий, глубокий речной залив» [7].

Семантическое содержание названия Будавесть становится весьма прозрачным, ясным — «узкий, глубокий залив, проточная вода, старица, озеро в пойме реки», что соответствует физико-географическому положению. Таким образом, можно уверенно считать, что гидроним Будавесть принадлежит к древнейшему финно-угорскому гидронимическому пласту бассейна Западной Двины и является по происхождению физико-географическим термином.

Следует упомянуть о первой финноязычной этимологии названия озера Будавесть, предпринятой еще в конце XIX ст. исследователем края Ю. Ю. Трусманом. Он предлагал многочисленные финно-угорские соответствия в значении «выдалбливать, проветывать, рассыпать», которые представляются совершенно неудачными [8].

### Список литературы

1. Жучкевич В. А. Краткий топонимический словарь Белоруссии. Минск, 1974.
2. Lietuvos TSR. Administracinio-teritorinio suskirstymo žinynas. Vil., 1976.
3. Природа Беларуси: БелСЭ. Минск, 1989.
4. Керт Г., Мамонтова Н. Загадки карельской топонимики. Петрозаводск, 1982.
5. Мулонен И. И. Гидронимия бассейна реки Ояти: Автореф. дис. канд. филол. наук. Тарту, 1983.
6. Мельников С. П. О чем говорят географические названия. Л., 1984.
7. Галкин И. С. Тайны марийской топонимики. Йошкар-Ола, 1985.
8. Трусман Ю. Ю. Этимология местных названий Витебской губернии. Ревель, 1987.

УДК 547.724'722.6

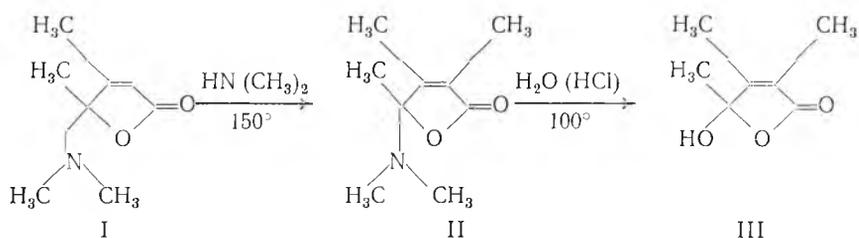
В. И. ТЫВОРСКИЙ, А. С. КУХАРЕВ

### ТЕРМИЧЕСКАЯ ПЕРЕГРУППИРОВКА 4, 5-ДИМЕТИЛ-5-ДИМЕТИЛАМИНОМЕТИЛ-2(5Н)-ФУРАНОНА

Известно, что 2(5Н)-фураноны с незамещенной двойной связью склонны к реакциям присоединения различных нуклеофильных реагентов, в том числе первичных и вторичных аминов [1, 2].

Нами показано, что 4,5-диметил-5-диметиламинометил-2(5Н)-фура-

нон (I), полученный по методу [3], не присоединяет диметиламин, а при нагревании с его трехкратным избытком неожиданно перегруппировывается в 5-диметиламино-3, 4, 5-триметил-2(5H)-фуранон (II). Строение последнего подтверждено гидролизом в известный 5-гидрокси-3, 4, 5-три-



метил-2(5H)-фуранон (III) [4]. По-видимому, ключевой стадией процесса перегруппировки лактона I является термический [1, 3]-сдвиг диметиламинотимильной группы в  $\alpha$ -положение к карбонильной группе.

**5-Диметиламино-3, 4, 5-триметил-2(5H)-фуранон (II).** Раствор 3,4 г (0,02 моль) лактона I и 2,7 г (0,06 моль) диметиламина в 8 мл изопропилового спирта нагревают в запаянной ампуле на масляной бане при 150—160 °С в течение 30 ч, реакционную массу упаривают и с помощью колоночной хроматографии на силикагеле (элюент эфир — гексан, 10 : 1) выделяют 1,9 г соединения II (75 % в расчете на израсходованный лактон I);  $t_{кип}$  71—72 °С (1 мм);  $n_D^{20}$  1,4750. Найдено, %: С 63,97; Н 8,98; N 8,24.  $C_9H_{15}NO_2$ . Вычислено, %: С 63,88; Н 8,93; N 8,28. ИК спектр ( $CCl_4$ ): 1760 (C=O), 1695  $cm^{-1}$  (C=C). Спектр ПМР ( $CCl_4$ ):  $\delta$  1,43 (с,  $CH_3$ ); 1,66 (к, 1 Гц,  $CH_3$ ); 1,77 (к, 1 Гц,  $CH_3$ ); 2,17 м. д. [с,  $N(CH_3)_2$ ].

**5-Гидрокси-3, 4, 5-триметил-2(5H)-фуранон (III).** Раствор 0,85 г (0,005 моль) аминифуранона II в 10 мл 2н соляной кислоты кипятят 1 ч, охлаждают, продукт реакции экстрагируют метиленхлоридом, растворитель упаривают и кристаллизацией остатка из смеси гексан — изопропиловый спирт (5 : 1) получают 0,57 г (80 %) соединения III;  $t_{пл}$  65 °С [4]. ИК спектр ( $CHCl_3$ ): 3580, 3380 (ОН), 1760 (C=O), 1695  $cm^{-1}$  (C=C). Спектр ПМР ( $CHCl_3$ ):  $\delta$  1,60 (с,  $CH_3$ ); 1,77 (к, 1 Гц,  $CH_3$ ); 1,97 (к, 1 Гц,  $CH_3$ ); 4,92 м. д. (с, ОН).

### Список литературы

1. Рао Y. S. // Chem. Rev. 1976. V. 76. № 5. P. 625.
2. Аветисян А. А., Дангян М. Т. // Успехи химии. 1977. Т. 46. Вып. 7. С. 1250.
3. Кухарев А. С., Тищенко И. Г., Тыворский В. И. // ХГС. 1987. № 10. С. 1313.
4. Писков В. Б. // Журн. общей химии. 1960. Т. 30. Вып. 4. С. 1390.

# Наши юбиляры



## ГРИГОРИЙ ЛАЗАРЕВИЧ СТАРОБИНЕЦ

Исполнилось 80 лет со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР, члена-корреспондента АН БССР, доктора химических наук профессора Григория Лазаревича Старобинца.

Г. Л. Старобинец родился 14 мая 1910 г. в г. п. Березино Минской области. В 1929 г. после окончания Борисовского педагогического техникума работал учителем в г. п. Холопеничи Минской области. После окончания химического факультета БГУ имени В. И. Ленина в 1937 г. поступил в аспирантуру при университете по специальности «физическая и коллоидная химия». За время обучения в аспирантуре Г. Л. Старобинец выполнил оригинальные исследования в области строения адсорбционных слоев в неводных средах; в 1940 г. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук и начал работать доцентом кафедры физической и коллоидной химии.

В годы Великой Отечественной войны Г. Л. Старобинец служил в действующей армии. После демобилизации Григорий Лазаревич вернулся в университет на кафедру физической химии и занялся изучением закономерностей сорбции бинарных растворов каучукоподобными полимерами. К участию в исследованиях Григорий Лазаревич привлек талантливых студентов (В. С. Комарова, И. Н. Ермоленко, В. Ф. Тикавого, Х. М. Александровича и других), которые впоследствии стали крупными учеными. Результаты многолетних исследований обобщены в монографии «Каучукоподобные полимеры — сорбенты и хроматографические материалы», в статьях журнала «Успехи химии» и в докторской диссертации, защищенной в 1955 г.

С 1956 г. Григорий Лазаревич заведует кафедрой аналитической химии. Глубокая эрудиция, большая работоспособность позволили ему направить усилия коллектива кафедры на разработку новых направлений физико-химии ионообменных процессов в водных и смешанных средах с участием минеральных и органических ионов. Одновременно Григорий Лазаревич организовал лабораторию по исследованию ионообменных процессов в Институте общей и неорганической химии АН БССР, на базе которой была создана лаборатория термодинамики ионообменных процессов; возглавил ее ученик Григория Лазаревича академик АН БССР В. С. Солдатов. Работы ученых белорусской школы по ионному обмену получили известность не только в нашей стране, но и за рубежом.

С середины 60-х годов Григорий Лазаревич интенсивно занимается всесторонним изучением процессов экстракции: термодинамики экстракции и экстракционного разделения и очистки органических соединений, имеющих промышленное значение. Эти научные направления успешно разрабатываются в лаборатории экстракционных и сорбционных процессов НИИ физико-химических проблем БГУ имени В. И. Ленина, организатором и руководителем которой он являлся.

Г. Л. Старобинец — автор более 600 научных работ, им получено 62 авторских свидетельства на изобретения; под руководством профессора Г. Л. Старобинца выполнены и защищены более 50 кандидатских диссертаций.



Высокой оценки заслуживает педагогическая деятельность Григория Лазаревича. Им созданы специальные курсы (физико-химические методы анализа, хроматография), профилирующие при обучении студентов по специализации «аналитическая химия».

Плодотворную научную и педагогическую деятельность Г. Л. Старобинец успешно сочетает с активной общественной деятельностью. Профессор Г. Л. Старобинец является членом Научного совета АН СССР по аналитической химии, специализированных советов по защитах диссертаций, заместителем председателя Северо-Западного отделения Научного совета АН СССР по аналитической химии. Григорий Лазаревич входит в редакционные коллегии БелСЭ, журнала «Вестник БГУ имени В. И. Ленина», серия 2; в течение ряда лет был членом редколлегии журнала «Весті АН БССР» (серия химических наук).

Г. Л. Старобинец трижды награждался Почетной Грамотой Президиума Верховного Совета БССР, занесен в Книгу Почета университета; за участие в Великой Отечественной войне награжден орденом Отечественной войны I степени и боевыми медалями.

Преподаватели, студенты и сотрудники химического факультета и НИИ физико-химических проблем БГУ имени В. И. Ленин сердечно поздравляют Григория Лазаревича с юбилеем, желают доброго здоровья, творческих успехов.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

<i>Сердюк Г. И., Щукин Г. Л., Беланович А. Л., Кузьмичев А. А.</i> Особенности окрашивания анодных пленок алюминия в растворе перманганата калия . . . . .	3
<i>Ву Динь Хоанг, Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станшевский Л. С.</i> Синтез и строение 3а, 4, 6, 7, 11b, 12-гексагидро-3а, 7, 7-триметил-2-оксобензо [а] фуоро [2, 3- <i>g</i> ]хинолизиннов . . . . .	5
<i>Хартон В. В., Жук П. П., Вечер А. А., Тоноян А. А.</i> Физико-химические свойства кобальтита лантана, легированного стронцием . . . . .	8
<i>Кабо Г. Я., Френкель М. Л., Смирский В. В., Козыро А. А.</i> Термодинамические свойства карбамида в различных агрегатных состояниях . . . . .	12
<i>Маськевич Т. Л., Щукин Г. Л., Беланович А. Л.</i> Влияние условий термообработки медьсодержащего сплава алюминия (Д-16) на процесс формирования и свойства анодных пленок . . . . .	16
<i>Корзун Г. М., Рахманов С. К., Кузьмичев А. А., Хвалок В. Н.</i> Зависимость эффективности процесса усиления по методу диспергирования серебра от оптической плотности исходного изображения . . . . .	19

## БИОЛОГИЯ

<i>Крючкова Н. М.</i> Фитофильные беспозвоночные литорали оз. Нарочь . . . . .	23
<i>Гричик В. В.</i> Географическая изменчивость и таксономическая принадлежность популяций желтой трясогузки ( <i>Motacilla flava</i> L.) Белоруссии . . . . .	26
<i>Хрипченко И. П., Пикулев А. Т., Кукулянская М. Ф., Заикина Е. В., Конопайца О. М.</i> Изменение некоторых показателей метаболизма мозга крыс-опухоленосителей саркомы М-1 . . . . .	29
<i>Кахнович Л. В., Лачева В. А.</i> Пигментный фонд как показатель функционального состояния фотосинтетического аппарата . . . . .	32
<i>Бибиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Рябушева Е. Е., Жмойдяк И. К.</i> О флоре Крупского района . . . . .	35
<i>Ли Мен Чан, Шока А. Ю., Евтушенко А. Н.</i> Клонирование генов пектатлиаз бактерий <i>Erwinia atroseptica</i> 36А в клетках <i>Escherichia coli</i> . . . . .	39

## ГЕОГРАФИЯ

<i>Алешко А. А.</i> Орография Центрально-Березинской равнины в александрийское время . . . . .	42
<i>Велчев А. С., Стойчев Н. Т.</i> Систематизация и картографирование антропогенных изменений горных ландшафтов . . . . .	45
<i>Гурьянова Л. В.</i> Тепловой баланс водоема-охладителя ТЭС . . . . .	47
<i>Власов Б. П., Еловичева Я. К., Жуховицкая А. Л.</i> Разрез озера Олтушского — стратотип голоценовой истории Полесья . . . . .	52
<i>Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Тальчук Л. С., Ляхович С. Р.</i> Снижение отрицательного действия хлора калийных удобрений органическими добавками . . . . .	55
<i>Высоцкий Э. А.</i> Географическое размещение залежей бишофита на территории СССР . . . . .	59
<i>Демидович Л. А., Высоцкий Э. А.</i> Техногенные землетрясения в районах крупномасштабных разработок полезных ископаемых . . . . .	62
<i>Казакова Т. Л.</i> Проблемы развития аграрного звена специализированного плодоовощеперерабатывающего АПК Белоруссии . . . . .	64

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А., Гнеденков Л. Н.</i> Использование системы МОС для управления географическим комплексом . . . . .	69
<i>Овчинникова Р. И., Рылюк Г. Я.</i> О гидрониме Будавесть . . . . .	70
<i>Тыворский В. И., Кухарев А. С.</i> Термическая перегруппировка 4, 5-диметил-5-диметиламинометил-2(5Н)-фуранона . . . . .	71

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Григорий Лазаревич Старобинец . . . . .	73
---	----

## РЕФЕРАТЫ

УДК 621.357.8

Сердюк Г. И., Шукин Г. Л., Беланович А. Л., Кузьмичев А. А. **Особенности окрашивания анодных пленок алюминия в растворе перманганата калия** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Анодные пленки алюминия и его деформируемых сплавов (АМГ-2, АД-31), полученные в сернокислотном электролите, окрашиваются в кислом (0,015 моль/л  $H_2SO_4$ ) растворе перманганата калия (0,003 моль/л  $KMnO_4$ ) током переменной полярности в золотисто-желтый цвет. Цветовые координаты при этом составляют (МКО 1931):  $X = 55,15$ ;  $Y = 57,23$ ;  $Z = 29,25$ . Окраску анодных пленок в золотисто-желтый цвет определяет выделяющийся в порах диоксид марганца. Установлена зависимость насыщенности цвета, что выражается в изменении оттенка от светло-желтого до желто-коричневого, от концентрации компонентов электролита и условий электролиза.

Библиогр. 5 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 547.823

Ву Динь Хоанг, Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. **Синтез и строение 3а, 4, 6, 7, 11b, 12-гексагидро-3а, 7, 7-триметил-2-оксобензо[а]фуоро[2, 3 — g]хинолизинов** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Взаимодействием стереоизомерных 3-гидрокси-3-метил-6а-фенил-4-пиперидонов с пропилловым эфиром диэтилфосфонуксусной кислоты получают соответствующие 2-оксофуоро[2, 3 — с]пиперидины, алкилирование которых по NH-группе металлхлоридом и последующая циклизация в кислой среде приводит к 3а, 4, 6, 7, 11b, 12-гексагидро-3а, 7, 7-триметил-2-оксобензо[а] фуоро [2, 3 — g] хинолизином.

Библиогр. 5 назв., табл. 2.

УДК 541.133; 537.312.6

Хартон В. В., Жук П. П., Вечер А. А., Тоноян А. А. **Физико-химические свойства кобальтита лантана, легированного стронцием** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Исследованы электро- и теплофизические свойства твердых растворов  $La_{1-x}Sr_xCoO_3$  ( $x = 0 \div 0,5$ ). Установлено образование структуры перовскита с ромбоэдрическим искажением. Максимум проводимости найден для состава с  $x = 0,3$ . Для твердых растворов с  $x = 0,2 \div 0,5$  установлен металлический характер проводимости. Обнаружено возрастающее уменьшение проводимости с падением парциального давления кислорода при увеличении легирующей добавки стронция. КТР всех исследованных составов лежат в пределах  $17,5 \div 22,3 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ .

Библиогр. 12 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 536.758+661.717.5

Кабо Г. Я., Френкель М. Л., Симирский В. В., Козыро А. А. **Термодинамические свойства карбамида в различных агрегатных состояниях** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Выполнен статистический расчет термодинамических свойств карбамида в состоянии идеального газа. Полученное значение энтропии  $S^\circ$  (г; 360 К) = 297,7 Дж·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup> удовлетворительно согласуется с экспериментальной величиной  $298,2 \pm 3,8$  Дж·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>, найденной на основании температурной зависимости давления насыщенного пара над кристаллическим карбамидом и измерений теплоемкости. Методом бомбовой калориметрии определена энергия сгорания карбамида  $\Delta_c U^\circ$  (кр; 298,15 К) = -633,30  $\pm$  0,65 кДж·моль<sup>-1</sup>. Величины стандартной энтальпии образования и свободной энергии Гиббса образования карбамида в различных агрегатных состояниях равны:  $\Delta_f H^\circ$  (кр; 298,15 К) = -333,59  $\pm$  0,56;  $\Delta_f G^\circ$  (кр; 298,15 К) = -197,64  $\pm$  0,57;  $\Delta_f H^\circ$  (ж; 400 К) = -320,66  $\pm$  0,70;  $\Delta_f G^\circ$  (ж; 400 К) = -150,83  $\pm$  0,97;  $\Delta_f H^\circ$  (г; 298,15 К) = 237,09  $\pm$  1,15;  $\Delta_f G^\circ$  (г; 298,15 К) = -154,01  $\pm$  1,15.

Библиогр. 21 назв., табл. 3.

УДК 620.198

Маськевич Т. Л., Шукин Г. Л., Беланович А. Л. **Влияние условий термообработки медьсодержащего сплава алюминия (Д-16) на процесс формирования и свойства анодных пленок** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Исследовано влияние условий термообработки сплава алюминия Д-16 на процесс формирования анодных пленок, а также их свойства и способность к электрохимическому окрашиванию в черный цвет.

Библиогр. 12 назв., ил. 3.

УДК 77.021.741+771.534.531

Корзун Г. М., Рахманов С. К., Кузьмичев А. А., Хвалюк В. Н. Зависимость эффективности процесса усиления по методу диспергирования серебра от оптической плотности исходного изображения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Методами просвечивающей оптической микроскопии и спектроскопии изучены основные виды зависимости коэффициента усиления от оптической плотности исходного серебряного изображения при усилении по методу диспергирования серебра. Показано, что характер усиления определяется долей серебра изображения, переходящего в мелкодисперсное состояние в результате усиления.

Библиогр. 9 назв., ил. 3.

УДК 577.472(28)

Крючкова Н. М. Фитофильные беспозвоночные литорали оз. Нарочь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Рассмотрены таксономический состав и структура сообщества фитофильных беспозвоночных литорали оз. Нарочь, а также их приуроченность к различным видам макрофитов.

Библиогр. 7 назв., табл. 4.

УДК 598.829

Гричик В. В. Географическая изменчивость и таксономическая принадлежность популяций желтой трясогузки (*Motacilla flava* L.) Белоруссии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

На основании феногеографического анализа признаков окраски оперения сделана попытка оценить подвидовую принадлежность популяций *Motacilla flava* L., населяющих территорию БССР. Установлено, что южную половину территории занимает типовой подвид *M. f. flava* L., северная принадлежит к области так называемых «смешанных популяций», сочетающих особи фенотипов *M. f. flava* L. и *M. f. thunbergi* Billb. в близких соотношениях.

Библиогр. 6 назв., ил. 1.

УДК 591.48-616.7

Хрипченко О. П., Пикулев А. Т., Кукулянская М. Ф., Заикина Е. В., Конюшаккая Ю. М. Изменение некоторых показателей метаболизма мозга крыс-опухоленосителей саркомы М-1 // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Приведены данные по изучению активности ацетилхолинэстеразы (3.1.1.7 КФ), гексокиназы (2.7.1.1 КФ) и содержания пиридоксалевого коферментов в субклеточных фракциях мозга крыс-опухоленосителей саркомы М-1 в условиях различных воздействий на организм и опухоль.

Библиогр. 9 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 581.132+174

Кахнович Л. В., Лачева В. А. Пигментный фонд как показатель функционального состояния фотосинтетического аппарата // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Исследовался фонд фотосинтетических пигментов у сортов ярового ячменя различной продуктивности. Показано, что растения ячменя уже на ранних этапах роста и развития имеют неодинаковую продуктивность работы единицы массы хлорофилла, что обуславливает различия активности фотосинтетического аппарата.

Библиогр. 10 назв., табл. 3.

УДК 581.9(470.5)

Бибиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Рябушева Е. Е., Жmoidяк И. К. О флоре Крупского района // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Приведены результаты многолетних флористических исследований территории Крупского района Минской области. Выявлены 804 вида высших сосудистых растений из 392 родов и 105 семейств, в том числе 21 вид, занесенный в Красные книги СССР и БССР. Отмечены ведущие семейства и роды, дан список всех семейств с указанием числа родов и видов, а также редких и охраняемых видов в их составе. Флористическая сводка по Крупскому району приводится впервые.

Библиогр. 4 назв., табл. 1.

Ли Мен Чан, Шока А. Ю., Евтушенков А. Н. Клонирование генов пектатлиаз бактерий *Ergwinia atroseptica* 36A в клетках *Escherichia coli* // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Проведено молекулярное клонирование двух генов пектатлиаз бактерий *E. atroseptica* в клетках *E. coli*. Построены рестрикционные карты плазмид с генами пектатлиаз и определены ферменты, детерминированные клонированными генами.

Библиогр. 8 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 551.8(476)

Алешко А. А. Орография Центрально-Березинской равнины в александрийское время // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

На основании анализа картосхемы поверхности Центрально-Березинской равнины в александрийскую эпоху рассмотрены основные закономерности палеорельефа этого района. Анализируются причины его формирования, влияние на осадконакопление неотектонических процессов, происходящих в прилегающих районах Припятского Полесья, роль березинского ледника в рельефообразовании на данной территории.

Библиогр. 5 назв.

УДК 550.46 : 551.48

Велчев А. С., Стойчев Н. Т. Систематизация и картографирование антропогенных изменений горных ландшафтов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

На примере Земенского научного стационара Софийского университета разработана и экспериментально проверена классификация природных и антропогенизированных ландшафтов на основе крупномасштабного картирования. Выделены три типа (категории) ландшафтов, трансформированных в разной степени.

Библиогр. 9 назв., ил. 1.

УДК 551.481

Гурьянова Л. В. Тепловой баланс водоема-охладителя ТЭС // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

На примере оз. Белое БССР — водоема-охладителя Березовской ТЭС (мощность 920 МВт) проведен анализ среднемесячных значений составляющих теплового баланса. Основным источником поступления тепла в водоем — тепловой приток с систем охлаждения конденсаторов турбин ТЭС в шесть раз превышает поглощенную водой солнечную радиацию. Расходными составляющими теплового баланса являются в основном эффективное излучение, турбулентный обмен с атмосферой, затраты тепла на испарение, тепловой сток. Значительная величина теплового стока из водоема и поступление его в системы охлаждения ТЭС свидетельствуют о недостаточной эффективности протекающих процессов охлаждения в оз. Белое.

Библиогр. 14 назв., табл. 1.

УДК 551.79(476-13)

Власов Б. П., Еловничева Я. К., Жуховицкая А. Л. Разрез озера Олтушского — стратотип голоценовой истории Полесья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Выполнены геохимический, спорово-пыльцевой, диатомовый, биологический, радиоуглеродный анализы разреза озерных отложений. Выделены пять этапов развития водоема и окружающей территории, проведена палеолимнологическая реконструкция. Разрез предложен в качестве стратотипа.

Библиогр. 2 назв., ил. 2.

УДК 631.83+633.491

Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Тальчук Л. С., Ляхович С. Р. Снижение отрицательного действия хлора калийных удобрений органическими добавками // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Результаты трехлетних исследований показали, что оптимизация мелиорированных дерново-подзолистых глееватых почв торфованием (внесение торфа в дозах 100—400 т/га в расчете на абсолютно сухой вес) является рациональным приемом повышения эффективности хлорсодержащих калийных удобрений. Возрастает урожай ячменя (второй культуры после оптимизации), улучшается качество зерна с учетом накопления белка и оптимального сбалансирования аминокислот в нем, а также снижения содержания хлора.

Библиогр. 5 назв., табл. 3.

УДК [549.456.1 : 552.53] : 551.73/78(47+57)

Высоцкий Э. А. Географическое размещение залежей бишофита на территории СССР // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

В СССР залежи бишофита выявлены в Прикаспийской, Днепроовско-Донецкой впадинах, Припятском прогибе и на полуострове Бузачи в Казахской ССР. Генетически бишофит связан с карналлитовыми горизонтами. Бишофитовые залежи формировались в крупных эпиконтинентальных эвапоритовых бассейнах и в узких морских заливах, глубоко вдававшихся в сушу.

Библиогр. 11 назв.

УДК 550.348.42:622.363.2(476+430.2)

Демидович Л. А., Высоцкий Э. А. Техногенные землетрясения в районах крупномасштабных разработок полезных ископаемых // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

В районах крупномасштабных отработок калийных солей шахтным способом создаются условия, способствующие возникновению техногенных землетрясений. Такие землетрясения зарегистрированы в БССР в районе г. Солигорска и в ГДР вблизи пос. Меркерес. Рассмотрен и проанализирован комплекс геологических, физико-географических и техногенных предпосылок землетрясений. Рекомендуется при планировании застройки городов и поселков, а также возведении зданий повышенной этажности учитывать сейсмические нагрузки в соответствии с ожидаемой интенсивностью потенциальных техногенных землетрясений.

Библиогр. 8 назв.

УДК 338.1:91

Казакова Т. Л. Проблемы развития аграрного звена специализированного плодощепперерабатывающего АПК Белоруссии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Рассматривается основное сельскохозяйственное звено специализированного плодощепперерабатывающего АПК Белоруссии. Выявлены главные проблемы его развития.

Библиогр. 4 назв., табл. 2.

УДК 912.002.5

Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А., Гнеденков Л. Н. Использование системы МОС для управления географическим комплексом // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

В качестве основного географического объекта, выбранного для первоочередного моделирования окружающей среды, предлагается географический комплекс. Характеризуется система моделирования окружающей среды, как геонформационная система реляционного типа, база знаний которой включает в себя совокупность различных таблиц по географическому комплексу и программных модулей, осуществляющих действие над таблицами.

УДК 801.311

Овчинникова Р. И., Рылюк Г. Я. О гидрониме Будавесть // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Статья посвящена выяснению происхождения топонима Будавесть и лингвистическому анализу этого названия; установлено, что гидроним Будавесть относится к древнейшему финно-угорскому гидронимическому пласту бассейна Западной Двины и является по происхождению физико-географическим термином.

Библиогр. 8 назв.

УДК 547.724'722.6

Тыворский В. И., Кухарев А. С. Термическая перегруппировка 4, 5-диметил-5-диметиламинометил-2(5Н)-фуранона // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2.

Показано, что 4, 5-диметил-5-диметиламинометил-2(5Н)-фуранон при нагревании в присутствии диметиламина перегруппировывается в 5-диметиламино-3, 4, 5-триметил-2(5Н)-фуранон, строение которого подтверждено спектрально, а также гидролизом в известный 5-гидрокси-3, 4, 5-триметил-2(5Н)-фуранон.

Библиогр. 4 назв.

## ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ

1. Статья должна быть изложена с предельной краткостью, окончательно отредактирована и оформлена. Статья является оригиналом для печати.

2. Статьи, напечатанные на машинке (не портативной) через два интервала с полями не менее 4 см на одной стороне листа, представляют в редакцию в двух экземплярах.

3. Объем статьи не должен превышать 8 страниц машинописного текста (включая приложения) и 3 рисунков; кратких сообщений — 3 страниц и 2 рисунков.

4. К статье должны быть приложены: рекомендация кафедры, реферат статьи (до 0,25 стр. машинописного текста) и сведения об авторе (место работы, должность, адрес, рабочий и домашний телефоны).

5. Особое внимание следует обращать на тщательность внесения в текст математических и химических формул, на оформление таблиц, списка литературы, рисунков и подписей к ним. Следует избегать повторения в тексте данных, содержащихся в таблицах и графиках, а также представления численных результатов одновременно в виде таблиц и графиков.

6. Формулы и буквенные обозначения необходимо аккуратно и разборчиво вписать в два экземпляра от руки черными и разметить синими чернилами: греческие буквы обозначить красными; латинские, набираемые курсивом, подчеркнуть волнистой чертой; прописные — двумя черточками снизу ( $\underline{\underline{A}}$ ), строчные — двумя черточками сверху ( $\overline{\overline{a}}$ ). Следует различать буквы  $\underline{\underline{O}}$  (прописную),  $\overline{\overline{o}}$  (строчную) и 0 (ноль), для чего буквы  $\underline{\underline{O}}$  и  $\overline{\overline{o}}$  подчеркивают двумя черточками и волнистой чертой (курсив), а ноль отмечают квадратной скобкой снизу ( $\underline{\square}0$ ). Необходимо различать в написании буквы  $\underline{\sim}l$  (эль),  $\underline{\sim}e$ , а также  $\underline{\sim}I$  и  $\underline{\sim}j$  (йот), для чего букву  $\underline{\sim}I$  пишут, как римскую единицу, подчеркивая ее двумя черточками и волнистой чертой снизу. Векторы подчеркивают черными чернилами стрелкой сверху. Математические символы  $\underline{\sim}\cos$ ,  $\underline{\sim}\tg$  и др., набираемые прямым шрифтом, и химические символы элементов ( $\underline{\sim}H_2O$ ,  $\underline{\sim}Ag$  и т. д.) отмечают квадратной скобкой снизу. Показатели степени и индексы, а также надстрочные знаки отмечают дугой  $A^{\sim 2}$  (для верхнего индекса) и  $A_{\sim 2}$  (для нижнего).

7. Для формул и символов, а также между ними следует оставлять достаточные пробелы в тексте.

8. Необходимо придерживаться Международной системы единиц (СИ).

9. Рисунки представляют в двух экземплярах в виде графиков, схем, фотографий отдельно от текста; фотографии, отпечатанные на глянцевой бумаге с накатом, должны иметь четкое и контрастное изображение. Чертежи и схемы выполняют тушью на плотной белой бумаге или кальке в формате, обеспечивающем ясность понимания всех деталей, и вместе с тем компактно в целях экономии места. На обороте карандашом необходимо указать фамилию автора, название статьи и номер рисунка.

10. Таблицы (обязательно с заголовками) и подписи к рисункам следует печатать на отдельных листах. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами, которые расшифровываются в подписях к рисункам. Представление одного и того же материала в виде таблиц и рисунков не допускается. Места для таблиц и рисунков необходимо указать на полях рукописи.

11. Ссылки на литературу даются в порядке цитирования (порядковый номер в квадратных скобках). Список литературы (прилагается на отдельном листе) должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7. 1-84 следующим образом:

а) для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, год издания, страницы;

б) для журнальных статей: фамилия и инициалы автора, принятое сокращенное название журнала, год издания, том, номер выпуска, страницы.

12. Ссылки на неопубликованные работы, диссертации и авторефераты не допускаются.

13. В конце статьи (после литературы) ставится название кафедры, где выполнена работа. Статью должны подписать все авторы.

14. В случае возвращения статьи автору на доработку первоначальный текст ее необходимо вернуть в редакцию. При задержке статьи автором на месяц и более первоначальная дата поступления не сохраняется.

15. Редакция посылает автору одну корректуру для исправления только ошибок набора. Изменения и дополнения как в тексте, так и в рисунках не допускаются. Корректурa за подписью автора и датой ее подписания сдается в редакцию в течение двух дней с момента ее получения.

16. Статьи, оформленные с нарушением «Правил», редакция не принимает.