

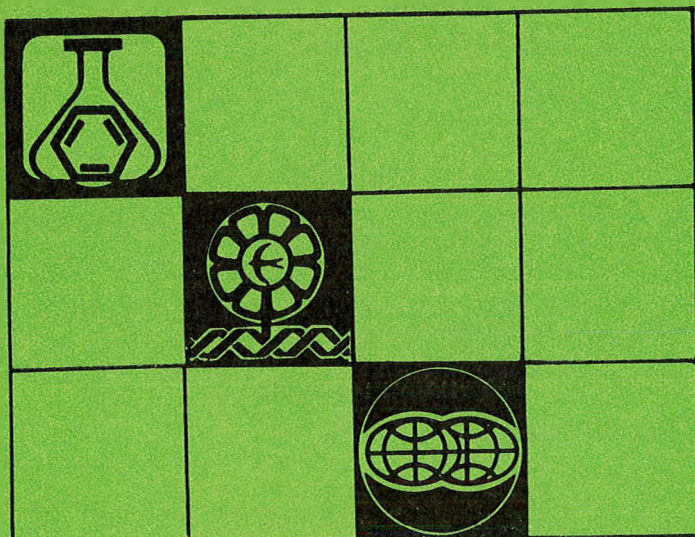
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2 '89



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

- Кулак А. И.* Фотоиндуцированные окислительно-восстановительные процессы в электродных системах на основе полупроводниковых гетероструктур и энергетически неоднородных полупроводников 3
- Врублевский А. В., Хвалюк В. Н., Рахманов С. К.* Усиление серебряного изображения на радиографической бумаге методом диспергирования серебра 17
- Френкель М. Л., Козыро А. А., Симицкий В. В., Красулин А. П., Кабо Г. Я.* Термодинамические свойства фенилкарбамида и 1, 3-дифенилкарбамида 20

БИОЛОГИЯ

- Гариб М.* Биология ивового листоеда *Gonioctena viminalis* L. (Coleoptera, Chrysomelidae) в условиях Белоруссии 25
- Сауткина Т. А.* К характеристике видов рода *Galium* L.—Подмаренник 28
- Ляхнович Г. В., Гапеева Т. А., Радюк М. С., Мешков Г. Г., Лапина В. А., Желтов Г. И., Волотовский И. Д.* Ультраструктурные и физико-химические изменения в тканях глазного дна при интенсивных световых воздействиях 31
- Крючкова Н. М.* Избирательность питания *Moina rectirostris* L. в условиях гиперэвтрофного водоема 35
- Стефанович А. И.* Краткий исторический очерк изучения грибов семейства Erysiphaceae в Белоруссии 39
- Титок М. А., Лысак В. В., Кульба А. М.* R-плазмиды факультативных метилотрофных *Pseudomonas*: характеристика плазмиды рМЗ 42
- Зырянова Т. Н., Лаврова В. М., Пикулев А. Т., Хрипченко И. П., Канапацкая И. А.* Некоторые аспекты метаболических изменений в головном мозгу крыс при лазерном воздействии 46
- Капуцкий Ф. Н., Талапин В. И., Стельмах В. А., Юршинович Т. Л., Голуб Н. В., Шебеко Л. В., Большов В. В.* Сравнительное изучение гемостатической активности моно- и аминокарбоксилцеллюлоз 49

ГЕОГРАФИЯ

- Перепечко А. С.* Концепция регионализма в западной электоральной географии 53
- Загорец И. В.* Проблемы малых городских поселений на современном этапе 57
- Демидович Л. А.* Палеогеоморфологические основы структурно-литогенетического метода изучения осадочных толщ 60
- Витченко А. Н.* Методика крупномасштабных исследований агроэкологического потенциала ландшафтов сельскохозяйственных территорий 63
- Пирожник И. И., Рунге Е.* Социально-экономическая и территориальная структура Катовицкого воеводства ПНР 66

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Свириденко В. Г., Пролесковский Ю. А., Короткова К. И.* Одновременное полярнографическое определение содержания меди и свинца при анализе вод 71
- Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А.* О техногенных выбросах на химических предприятиях БССР 72

РЕЦЕНЗИИ

- Литовка О. П. С. А.* Польский. География населения развитых капиталистических и развивающихся стран (с основами демографии) 75
- Еремينا В. А., Спрялин А. Н., [В. А. Жучкевич], М. В. Лавринович.* Физическая география материков и океанов. Ч. 1; И. П. Галай, [В. А. Жучкевич], Г. Я. Рылюк. Физическая география материков и океанов. Ч. 2. 76

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- Нина Михайловна Крючкова* 77

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2 '89

ИЮНЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“
1989

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

Редакционная коллегия серии:

Ф. Н. КАПУЦКИЙ (ответственный редактор),
Р. А. ЖМОЙДЯК, 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. 1989. № 2

Редактор И. П. Стрельчена
Младший редактор Г. М. Добыш
Художественный редактор С. В. Балежок
Технический редактор и корректор Г. И. Хмарун

Сдано в набор 29.03.89. Подписано в печать 02.06.89. АТ 13359. Формат
70×108¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл.
кр.-отт. 7,44. Уч.-изд. л. 7,43. Тираж 700 экз. Заказ 135. 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 541.1

А. И. КУЛАК

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОДНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Исследование окислительно-восстановительных превращений, индуцированных действием УФ излучения или видимого света на полупроводниковую поверхность (исходную либо модифицированную осаждением малых частиц металлов, адсорбцией донорных или акцепторных частиц, молекул красителей и т. д.), контактирующую с реакционной средой, представляет значительный интерес в связи с разработкой фотоэлектрохимических (ФЭХ) преобразователей [1, 2], негалогидосеребряных систем фотографической записи информации [3], регистрирующих систем на основе ФЭХ эффектов памяти, процессов фотохимического и фотоанодного травления полупроводников и т. д. При этом в ряде случаев существенную роль играет неидеальность используемых полупроводников, связанная с разупорядочением кристаллической структуры, локальными изменениями химического состава, стехиометрии, образованием ассоциатов дефектов и др. Кроме того, неоднородность может создаваться и искусственно: осаждением частиц металлов, локальным световым воздействием, заданным изменением состава в процессе приготовления полупроводниковой композиции, и к тому же изменяться в ходе эволюционирования системы (в процессе образования и роста центров скрытого изображения, фоторазрушения и т. д.).

В настоящей работе обобщаются результаты выполненных в Белгос-университете имени В. И. Ленина исследований фотоиндуцированных процессов, протекающих на поверхности энергетически неоднородных полупроводниковых систем, контактирующих с реакционной средой. Цель данного обобщения состоит в установлении влияния энергетической неоднородности полупроводников на закономерности фотоокислительных, фотовосстановительных и обуславливающих эффекты ФЭХ памяти релаксационных процессов, а также в моделировании эффектов, связанных с биографической (трудно поддающейся изучению) неоднородностью индивидуальных полупроводников, процессами на полупроводниковых гетероструктурах с контролируемой (искусственно создаваемой) неоднородностью.

Фотоокислительные процессы. Согласно классическим представлениям фотоэлектрохимии, при действии излучения с энергией $h\nu$ выше ширины запрещенной зоны полупроводника (E_g) на контактирующий с раствором электрод из полупроводника n -типа его потенциал (φ) сдвигается в катодном направлении либо в условиях поляризации при φ выше потенциала плоских зон (φ_{fb}) протекает фототок анодного направления i_a^{ph} (для полупроводников p -типа направление фотоэффектов противоположное) [2]. Необходимое разделение фотогенерированных электронно-дырочных пар (ЭДП) осуществляется в обедненном слое — области пространственного заряда (ОПЗ) в полупроводнике, образующейся в ре-

зультате заряжения поверхностных электронных состояний (ПЭС), смещения $\varphi > \varphi_{fb}$ (для полупроводников n -типа) внешней поляризацией либо путем закрепления уровня Ферми (F) полупроводника редокс-системой раствора и т. д.

Естественно, что для комбинации двух полупроводников n -типа, соединенных последовательно (по отношению к световому потоку) в виде изотипного n - n -гетероперехода (ГП), также характерной является генерация анодного фототока либо катодного фотопотенциала. При этом величина вклада внутреннего и внешнего компонентов ГП в фототок зависит не только от эффективности генерации и разделения ЭДП в этих компонентах, но и в значительной мере от эффективности транспорта носителей через гетерограницу [1]. Так, на ГП, представляющем монокристаллический n -Si с нанесенной сверху пленкой TiO_2 либо Bi_2O_3 , протекание фототока при действии света, вызывающего генерацию ЭДП во внутреннем компоненте ($E_g \text{Si} < \hbar\omega < E_g \text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3$), возможно только при $\varphi > \varphi_a^{on} = 1,4 - 1,8 \text{ В}^*$ (в растворах, не содержащих электронодонорных частиц) [4-7]. При $\varphi < \varphi_a^{on}$ наблюдаются лишь всплески тока в момент включения и выключения облучения, связанные предположительно с эффектами заряжения междуслойной емкости на гетерогранице [1, 8]. Необходимость высокой поляризации для протекания i^{ph} в этих ГП объясняется наличием на гетерогранице высокого потенциального барьера на пути фотодырок, движущихся из кремния к электродной поверхности, связанного с различиями в $E_g \text{Si}$ (1,1 эВ), Bi_2O_3 (2,3 эВ [9]), TiO_2 (3,1-3,5 эВ) (рис. 1). Преодолевать этот барьер фотодырки могут либо в результате изменения взаимного положения энергетических зон компонентов ГП (за счет падения части общего скачка потенциала на гетерогранице [6]), либо, что более вероятно, по туннельно-рекомбинационному механизму: путем рекомбинации с электронами из c -зоны либо примесной зоны оксида [1, 7].

Генерация анодного фототока имеет место также в n - n -ГП иного типа — с параллельно функционирующими компонентами [1]. Такие ГП могут образовываться, если внешний компонент обладает достаточно высокой проницаемостью по отношению к раствору и параметры ОПЗ внутреннего компонента практически не зависят от того, входит он в состав ГП либо в виде индивидуального электрода контактирует с раствором. Так, на ГП $\text{CdO}-\text{CdS}$, $\text{CdO}-\text{Cd}(\text{OH})_x\text{Hal}_y$ ($\text{Hal}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) с внешним

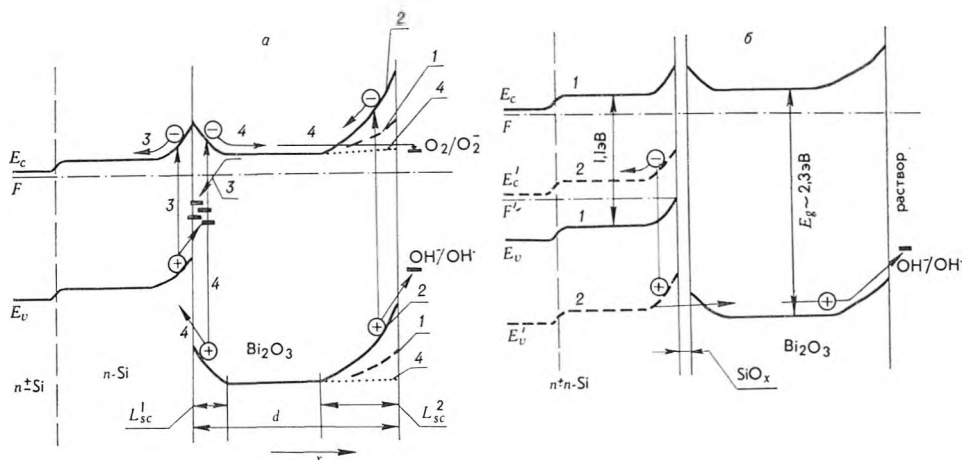


Рис. 1. Энергетические зонные диаграммы гетероперехода n^+-n -Si— Bi_2O_3 , контактирующего с раствором, в условиях сохранения электрического равновесия на гетерогранице (а) и при нарушении равновесия (б):

1 — в условиях «разомкнутой» цепи; 2 — при анодной поляризации; 3 — при протекании фототока по туннельно-рекомбинационному механизму (эффект «длинноволновой подсветки»); 4 — в процессе генерации катодного фототока

* Потенциалы приведены относительно насыщенного хлорсеребряного электрода сравнения.

слоем широкозонного полупроводника, образующимся на поверхности CdO за счет химического взаимодействия с раствором, при $\varphi < \varphi_{fb} \text{CdO}$ ($< 0,6$ В в 0,2 М NaOH) фототок протекает за счет генерационных процессов во внешнем компоненте при действии излучения с $\hbar\omega > E_g$ (2,4 эВ у CdS и 3,3—4,4 эВ у $\text{Cd}(\text{OH})_x\text{Na}_y$), а при $\varphi > \varphi_{fb} \text{CdO}$ он аддитивно суммируется с фототоком, генерируемым светом, поглощаемым в CdO ($\lambda = 360\text{—}1100$ нм).

Другим примером гетероструктур с внешним проникаемым компонентом могут служить пленочные системы полупроводник — слой красителя (фазовая пленка, полимолекулярное образование типа J -агрегатов, и, как крайний случай, когда система, строго говоря, не является гетероструктурой, — краситель в мономолекулярно-адсорбированной форме). На примере WO_3 , сенсibilизированного цианиновыми красителями, показано, что, если в случае молекулярной формы красителя сенсibilизированный фототок (i^{sph}) имеет только анодное направление и протекает при $\varphi > \varphi_{fb} \text{WO}_3$ (как и i_a^{ph} , генерируемый в WO_3), полимолекулярные формы красителя могут сенсibilизировать как анодный, так и катодный фототок в зависимости от потенциала электрода [10, 11]. Природа катодного i^{sph} , не типичного для полупроводников n -типа, в системах с полимолекулярными формами цианинового красителя связана с тем, что генерация и разделение ЭДП происходит в пределах слоя красителя, имеющего p -тип проводимости, в результате чего гетероструктура функционирует как анизотипный n - p -ГП с внешним компонентом, проникаемым для раствора. Энергетическое положение зон в этом компоненте зависит не только от природы красителя, но и от состава реакционной среды [12, 13].

Плавный переход от анодного к катодному i^{sph} наблюдается также в системах на основе BiOCl , BiOBr и BiOI (эффективно сенсibilизируемые полупроводники p -типа с E_g 3,5; 2,9; 1,9 эВ соответственно [14—16]) с адсорбированным красителем родамин С в присутствии редокс-пары гидрохинон/хинон [15], причем потенциал перехода соответствует редокс-потенциалу (φ_r) этой пары. В данном случае направление i^{sph} определяется положением уровня Ферми в BiOHal , закрепленного в результате электронного обмена с редокс-системой. Генерационный процесс в слое красителя, вызывая изменение соотношения количеств (активностей) окисленной и восстановленной формы редокс-системы, через изменение φ_r влияет на положение уровня Ферми в BiOHal и соответственно на направление i^{sph} . Процессы такого рода имеют отношение не только к спектрально-сенсibilизированным, но и к ряду других гетерогенных систем, в которых независимо от того, при каком потенциале генерируются неравновесные носители, направление их протекания определяется положением уровня Ферми того компонента системы, через который осуществляется электронный обмен с реакционной средой.

Наряду с рассмотренным выше параллельным функционированием компонентов ГП, связанным с проникаемостью внешнего компонента, аддитивное суммирование фототока от обоих компонентов имеет место и в ГП типа $\text{W—WO}_3\text{—TiO}_2$ [17, 18] и $\text{Bi—Bi}_2\text{O}_3\text{—TiO}_2$ [17], получаемых осаждением пленки TiO_2 на поверхность пленок WO_3 (Bi_2O_3) на W (Bi) подложке. В этих ГП выход неравновесных дырок из внутреннего компонента происходит по перколяционному механизму — через пронизывающие внешний компонент уровни протекания, образованные флуктуационными скоплениями донорных дефектов.

Закономерности генерации анодного фототока в электродных системах на основе n - n -ГП зависят от эффективности транспорта не только неосновных (из внутреннего компонента к границе раздела с раствором), но и основных носителей, движущихся из внешнего компонента ГП в направлении к токоподводу. Эффективность этого процесса в значительной мере ограничена наличием барьеров Шоттки на гетерогранице (см. рис. 1), что должно сказываться на величине фототока, генерируемого внешним компонентом (i_{ext}^{ph}), и в результате на зависимости i_a^{ph} от излу-

чения, вызывающего изменение параметров ОПЗ на гетерогранице. Эффект такого типа наблюдается на ГП $n^+-n\text{-Si-TiO}_2$ [6] и $n^+-n\text{-Si-Bi}_2\text{O}_3$ [4, 5] при $\varphi < \varphi_a^{ph}$, когда дырки из кремния не вносят вклада в протекающий фототок ($i_a^{ph} = i_{ext}^{ph}$). В данных условиях, когда фототок обусловлен генерацией ЭДП коротковолновым излучением, поглощающимся во внешнем компоненте, дополнительное воздействие длинноволновым светом, генерирующим носители лишь в кремнии, вызывает двух- четырехкратное увеличение i_a^{ph} .

Для объяснения природы эффекта длинноволновой подсветки можно предположить, что генерация ЭДП в кремнии приводит к понижению высоты барьера со стороны гетерограницы в кремнии, а возможно, и в Bi_2O_3 (нейтрализуя заряд ПЭС на гетерогранице), и тем самым к увеличению эффективности переноса электронов по c -зонам через гетерограницу. Возможен и иной — генерационно-рекомбинационный механизм подсветки, основанный на предположении, что дырки из кремния рекомбинируют с электронами из c -зоны Bi_2O_3 и, таким образом, увеличивается эффек-

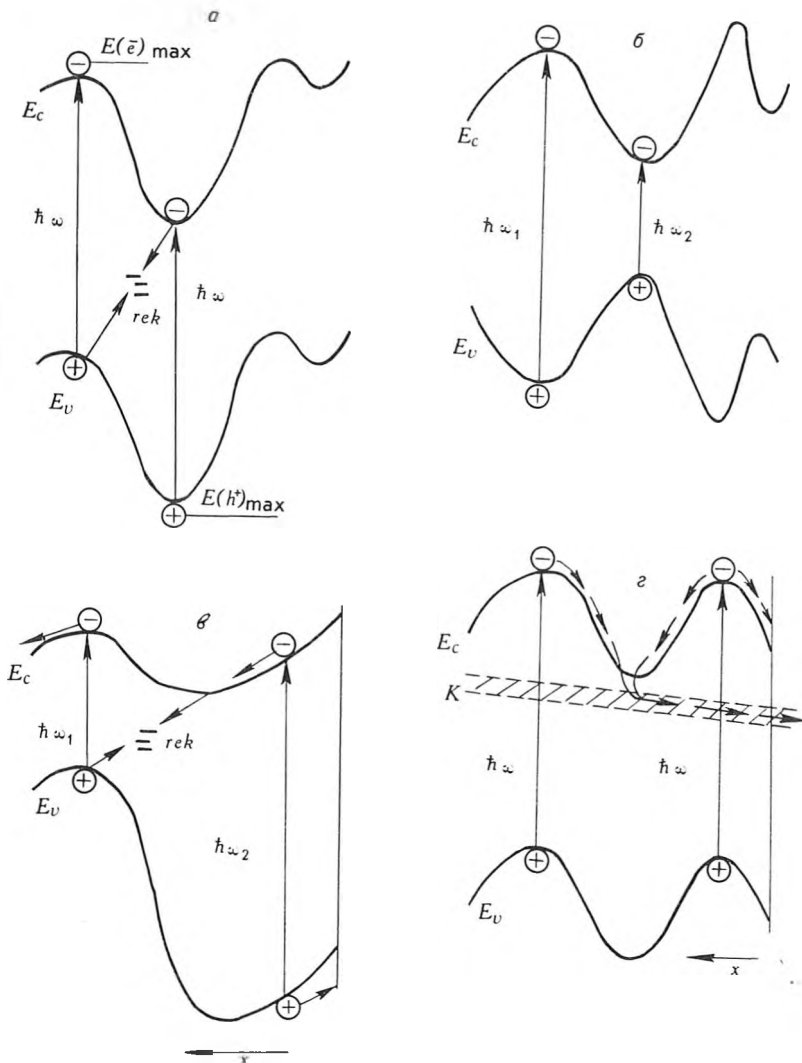


Рис. 2. Планарный ковариантный (а) и контрвариантный (б) флуктуационный потенциальный рельеф; эффект взаимодействия неравновесных носителей тока, генерированных излучением с различной длиной волны в системе с энергетическим разупорядочением в направлении, нормальном к поверхности (в); механизм генерации АКФ в энергетически неоднородной системе (г)

тивность переноса электронов через гетерограницу подобно тому, как протекает анодный темновой ток в анизотипном ГП $p\text{-Si-TiO}_2$ [19].

Поскольку в обоих случаях эффект длинноволновой подсветки связан с наличием внутреннего потенциального барьера в системе на пути основных носителей, он в принципе может быть использован для диагностики

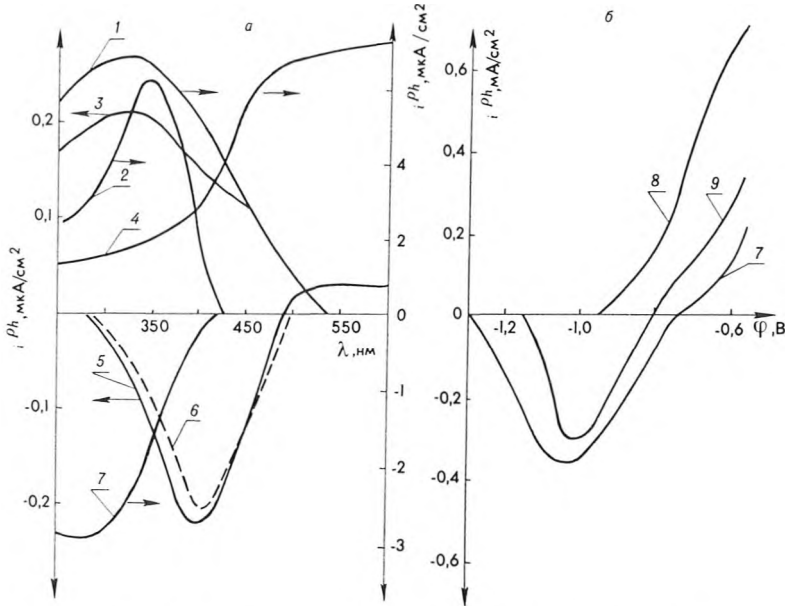


Рис. 3. Спектральные (а) и поляризационные (б) зависимости фототока на $n^+-n\text{-Si-Vi}_2\text{O}_3$ (3—6); Vi_2O_3 (1); $A\text{-TiO}_2$ (8); $P\text{-TiO}_2$, исходном (2, 7) и термообработанном в водороде при 700°C (9). Спектр на кривой 6 рассчитан по уравнению (1). Спектры фототока получены при потенциале электрода:

1,0 В (1—3); 3,2 В (4); -0,3 В (5); -0,9 В (7)

таких барьеров в полупроводниках с неоднородным распределением заряженных примесей, внутренними границами раздела (типа межкристаллитных границ) и т. д. В случае планарного разупорядочения эффект подсветки в ГП моделирует эффект неаддитивного воздействия излучения с различной энергией на неоднородные системы с контрвариантным ходом потенциальной энергии (рис. 2), заключающийся в том, что, если даже энергия длинноволнового компонента спектра излучения недостаточна для самостоятельной генерации фототока (генерируемые заряды имеют энергию, недостаточную для возбуждения электродного процесса), тем не менее этот компонент излучения может влиять на характер потенциального рельефа и соответственно на эффективность разделения ЭДП, генерированных излучением с более высокой энергией. Кроме того, по аналогии с рекомбинационным механизмом подсветки в $n\text{-}n\text{-ГП}$, в системах с контрвариантным в направлении, нормальном к поверхности, типом потенциального рельефа длинноволновое, само по себе не вызывающее протекания фототока, излучение может усиливать действие коротковолнового путем рекомбинации электронов из широкозонной области системы с дырками из узкозонной части (см. рис. 2). Такие процессы можно считать специфическим типом двухквантового процесса (так как для реализации его требуется как минимум два кванта, образующих две ЭДП), хотя, по аналогии с ними, легко представить и многоквантовые кооперативные процессы данного типа. В неупорядоченных системах с планарной ковариантной флуктуацией потенциальной энергии, моделью которых может служить цепь из последовательно соединенных гомопереходов, такого типа двух- и многоквантовые процессы могут иметь место также при действии монохроматического излучения, а выигрыш энергии при этом (по сравнению с энергетически однородной системой) достига-

ется за счет увеличения различия в энергии основных и неосновных носителей, принадлежащих разным участкам потенциального рельефа (см. рис. 2).

Фотовосстановительные процессы. Наряду с анодным фототоком, типичным для полупроводников n -типа, в определенных условиях обнаруживается протекание аномального катодного фототока (АКФ) на индивидуальных полупроводниках n -типа (TiO_2 [20—22]) и на n - n -ГП [4, 5]. На n^+-n - $\text{Si}-\text{Bi}_2\text{O}_3$ -электроде АКФ появляется, уже начиная с относительно высоких анодных потенциалов ($\approx +1,0$ В), при толщине пленки Bi_2O_3 $d=20$ нм, но при увеличении d либо снижении λ (в пределах $\hbar\omega > E_g(\text{Bi}_2\text{O}_3)$) требуется все большее смещение в катодном направлении. На ГП с $d \geq 460$ нм АКФ отсутствует уже при любых значениях φ и λ .

Спектр АКФ на n^+-n - $\text{Si}-\text{Bi}_2\text{O}_3$ отличается как от спектра i_a^{ph} , полученного на этом ГП, так и от спектра i_a^{ph} , полученного на Bi_2O_3 -электрододе, более резким спадом фототока в коротковолновой области (рис. 3). Эту особенность спектра АКФ, так же как и факт снижения АКФ при увеличении d (для прогретых пленок Bi_2O_3 , входящих в состав ГП, при генерации i_a^{ph} имеет место противоположная зависимость фототока от d [9, 23]), можно объяснить в предположении, что АКФ связан с генерацией ЭДП и разделением их в ОПЗ, образованной в Bi_2O_3 со стороны гетерограницы (см. рис. 1). В рамках этого предположения расчет спектра АКФ заключается в интегрировании функции генерации $g(x, \lambda) = \alpha(\lambda)J_0 \exp(-\alpha x)$ на участке от $d-L_{sc}$ до d (см. рис. 1):

$$i^{ph} = J_0 \alpha(\lambda) \int_{d-L_{sc}}^d \exp[-\alpha(\lambda)x] dx = -eJ_0 [1 - \exp \alpha(L_{sc} - d)],$$

где x — координата; $L_{sc} = [\epsilon \epsilon_0 (\varphi - \varphi_{fb}) / eN_d]^{1/2}$ — толщина ОПЗ; ϵ — диэлектрическая проницаемость полупроводника; α — коэффициент оптического поглощения; ϵ_0 — электрическая постоянная вакуума; e — заряд электрона; N_d — концентрация ионизованных доноров; J_0 — интенсивность излучения.

Затем АКФ можно выразить через квантовый выход анодного фототока Y_a , измеренный при том же $|\varphi - \varphi_{fb}|$:

$$i^{ph} = -eJ_0 Y_a / (Y_a + I) \exp(\alpha d). \quad (1)$$

Построенный по уравнению (1) спектр АКФ качественно соответствует наблюдаемому экспериментально (см. рис. 3) и отчетливо указывает на наличие спада фототока в коротковолновой части спектра, что не следует из аналогичных выражений для спектра анодного фототока, где коротковолновый спад обычно связывается с усилением темпа рекомбинации на поверхности [24], не учитываемой данными соотношениями.

Действительно, если сопоставить отношение $i_{\text{АКФ}}^{ph} / i_a^{ph}$ и i_a^{ph} для разных частей спектра: $i_{\text{АКФ}}^{ph} / i_a^{ph} = (\alpha L_{sc})^{-1} [1 - \exp(L_{sc} - d)]$, то в коротковолновой части, когда $\alpha^{-1} \ll L_{sc}$ и $\alpha^{-1} \ll d$: $i_{\text{АКФ}}^{ph} / i_a^{ph} \rightarrow 1 - \exp K$ ($K = \text{const}$), а в длинноволновой, когда $\alpha^{-1} \gg L_{sc}$ и $\alpha^{-1} > d$: $i_{\text{АКФ}}^{ph} / i_a^{ph} \rightarrow 1$. Приведенные соотношения учитывают лишь дрейфовую часть фототока, что является, по-видимому, довольно грубым приближением, тем более, что в случае протекания АКФ можно ожидать большего вклада диффузионных токов (i_d), чем при протекании i_a^{ph} , поскольку направление i_d совпадает с градиентом спада концентрации фотодырок. Это отличает АКФ от i_a^{ph} , для которого координатный градиент концентрации неосновных носителей связан лишь со снижением поверхностной концентрации их в результате захвата и вовлечения в электрохимические реакции и направлен противоположно градиенту концентрации носителей, связанному с экспоненциальным ходом функции генерации $g(x, \lambda)$.

Рассмотренный механизм генерации АКФ в рамках моделирования неоднородных полупроводников гетеропереходами может быть использован для интерпретации АКФ на индивидуальных TiO_2 -электродах.

Наблюдается АКФ как на моно- (М-), так и на поликристаллическом (П-) TiO_2 [20—22]. Природа АКФ на М- TiO_2 связана с фототермическим эффектом — нагревом поверхности электрода поглощающимися излучением и, как следствие, увеличением скорости диффузионно-лимитированного катодного процесса [21]. На П- TiO_2 природу АКФ раньше связывали с фотовозбуждением электронов из v -зоны в примесную либо c -зону, туннелированием их на ПЭС и захватом частицами акцептора [22]. Однако данное объяснение не позволяет понять, почему АКФ протекает даже при $\varphi \rightarrow \varphi_{fb}$, когда практически отсутствует ОПЗ в оксиде (о чем свидетельствует падение i_a^{ph} до нуля). Неясно также, почему АКФ нефототермической природы имеется на П- TiO_2 , а на М- TiO_2 отсутствует.

С целью получения информации по этим вопросам и в итоге установления природы АКФ в сопоставимых условиях исследовались закономерности генерации АКФ на TiO_2 с различной кристаллической структурой (в том числе и на аморфном — А- TiO_2) [20]. Установлено, что на П- TiO_2 , находящемся в содержащем растворенный кислород 0,1 М NaOH, АКФ генерируется УФ облучением при $\varphi < \varphi_{\text{АКФ}}^{on} = -0,8$ В (при $\varphi > \varphi_{\text{АКФ}}^{on}$ протекает i_a^{ph}). Характерные времена нарастания (спада) АКФ при включении (выключении) облучения составляют десятые-сотые доли секунд в отличие от значительно более высоких времен (1—2 мин), связанных с фототермическими эффектами. Деаэрирование раствора приводит к заметному снижению АКФ, но практически не влияет на величину i_a^{ph} и φ_a^{on} на П- TiO_2 , из чего можно заключить, что значение $\varphi_{\text{АКФ}}^{on}$ не определяется суперпозицией величин АКФ и i_a^{ph} .

Характерно, что в отличие от П- TiO_2 на пленках А- TiO_2 , полученных аналогичным образом (гидролитическим осаждением из полиалкоксидов титана с последующей термообработкой [25, 26]), но различающихся температурой прогрева, АКФ не наблюдается. Отсутствие АКФ на А- TiO_2 , однако, не связано с низкой электрокаталитической (в катодном процессе) либо ФЭХ активностью А- TiO_2 , так как ни анодный фототок, ни темновой катодный ток на А- TiO_2 не уступает таковому на П- TiO_2 [24—26]. В связи с тем, что при переходе от А- к П- TiO_2 одновременно происходит снижение N_d (в 3—10 раз [25]), необходимо было выяснить, насколько критично протекание АКФ на П- TiO_2 к повышению N_d до того значения, которое имеет А- TiO_2 ($(1-5) \cdot 10^{19}$ см $^{-3}$). С этой целью пленки П- TiO_2 восстанавливались водородом при 700 °С (30 мин), в результате чего в 2,5—4 раза повышалась величина N_d при сохранении поликристаллической структуры оксида. При таком увеличении N_d не происходит снижения максимальных значений АКФ, а лишь несколько сужается интервал потенциалов, при которых генерируется АКФ (см. рис. 3).

Спектр АКФ на П- TiO_2 свидетельствует о том, что генерационный процесс в данном случае вызван междузонными переходами с энергией $\hbar\omega > E_g$ TiO_2 ; этим он близок к спектру i_a^{ph} на П- TiO_2 -электроде, отличаясь менее выраженным коротковолновым спадом (см. рис. 3). Если коротковолновый спад связывать с усилением скорости поверхностной рекомбинации при снижении λ (как это показано для TiO_2 [24]), то менее выраженный спад в спектре АКФ можно объяснить в предположении, что ЭДП разделяются не в ОПЗ на границе с раствором, а в более глубоких слоях оксида, удаленных, естественно, не более чем на величину порядка α^{-1} (20—30 нм для $\lambda = 250-300$ нм) от поверхности электрода. С другой стороны, более эффективное использование квантов в коротковолновой области спектра, где $\hbar\omega \gg E_g$, можно связать с усилением роли диффузионной составляющей фототока при переходе от i_a^{ph} к АКФ (как и в рассмотренном выше примере генерации АКФ в $n-n$ -ГП). При этом избыточная энергия $\Delta E_g(x) = \hbar\omega - E_g(x)$ может способствовать снижению темпа рекомбинации ЭДП вследствие более эффективной диффузии электронов от места их генерации. Так, за время τ^* термализации неравновесных электронов на фононах с частотой ω_f они могут продиффундиро-

вать на расстояние $r \sim (D\tau^*)^{1/2}$ (D — коэффициент диффузии), где $\tau^* = \Delta E_g (\hbar\omega_f^2)^{-1}$. Если $\hbar\omega - E_g$ выразить через коэффициент оптического поглощения α , и, далее, через глубину проникновения излучения h , можно получить выражение: $r = A\sqrt{D\omega_f^{-1}h^{-n}}$, где $n=1$ для прямых и $n=1/4$ для непрямых оптических переходов ($A = \text{const}$). Из этого выражения следует, что наиболее эффективное воздействие избыточной энергии на величину свободного пробега носителей оказывает коротковолновое излучение, поглощающееся в приповерхностном слое, причем для непрямых переходов этот эффект выражен ярче, чем для прямых. В целом рассматриваемое увеличение эффективности разделения ЭДП в коротковолновой части спектра, по-видимому, должно проявляться для полупроводников с крайне низкими подвижностями носителей зарядов, таких как Bi_2O_3 и TiO_2 .

На основании рассмотренных выше закономерностей генерации АКФ на P-TiO_2 можно заключить, что в основе его механизма, так же как и в процессе генерации катодного фототока на n - n -ГП типа n^+n - $\text{Si-Bi}_2\text{O}_3$, лежит разделение ЭДП на внутренних потенциальных барьерах. При этом наряду с внутренними барьерами, градиент поля которых направлен нормально к поверхности, в разделении неравновесных носителей, по-видимому, могут дополнительно участвовать барьеры, связанные с планарными неоднородностями потенциального рельефа (см. рис. 2).

Существенным моментом при рассмотрении природы АКФ в рамках предложенной модели является установление путей доставки неравновесных основных носителей (перенос которых через границу электрод/электролит — обязательное условие протекания АКФ) к поверхности, где они захватываются на уровни ПЭС и далее — акцепторными частицами. В принципе такой транспорт электронов может облегчаться за счет некоторого сглаживания потенциального рельефа при облучении. В основном же, поскольку механизм генерации АКФ базируется на предположении о наличии энергетической неоднородности полупроводника, с учетом этой неоднородности логично использовать типичный для неупорядоченных систем перколяционный механизм проводимости, характеризующий транспорт зарядов по уровням протекания (обозначим их как «контактную» K -зону) (см. рис. 2). Такая K -зона может быть образована в TiO_2 квазиметаллическими включениями — ассоциатами дефектов, кластерами TiO , Ti_2O_3 , нестехиометрического оксида, которые в принципе могут представлять собой как отдельные микрогетерогенные образования, не входящие в решетку оксида, так и являться результатом флуктуации M_d , обуславливающей формирование макронеоднородности потенциальной энергии.

Участие K -зоны в процессе переноса зарядов позволяет объяснить возможность транспорта электронов по каналу, потенциальная энергия электронов в котором не является прямо зависящей от поля внутренних потенциальных барьеров и барьера Мотта—Шоттки на границе с раствором, т. е. по механизму, отличному от механизма переноса электронов по c -зоне. Существование независимого от движения по c - и v -зонам транспорта электронов предполагалось ранее в процессе анодного окисления воды на TiO_2 -электродах [26], окисления восстановителей [27, 28] и в ФЭХ процессах [1, 29, 30] на TiO_2 , модифицированном малыми частицами металлов $\text{Me}_{(ст)}$ ($\text{Me} = \text{Pd}, \text{Ag}, \text{Cu}$).

Эффективность собирания неравновесных электронов на уровни протекания и доставки их к поверхности электрода, естественно, зависит от возможности безбарьерного электронного обмена между c -зоной полупроводника и K -зоной (либо барьер должен быть направлен таким образом, чтобы носители легко протекали в направлении от c - в K -зону). В то же время по отношению к внешней поляризации эти системы (c -зона и уровень протекания) должны быть в значительной мере независимы, т. е. иметь разные электронные квазиуровни Ферми. Расщепление уровня Ферми на два электронных квазиуровня может осуществляться в нерав-

новесных условиях: при протекании электродной реакции, за счет различной удельной скорости электронного обмена с реакционной средой на участках выхода K -зоны и участках, близких к стехиометрическим. Такое расщепление можно проиллюстрировать на примере процесса анодного окисления восстановителей на $\text{TiO}_2\text{—Me}_{(ч)}$ -электродах. На TiO_2 этот процесс характеризуется весьма низкой скоростью инжекции электронов от молекул или ионов восстановителя в оксид, которая, однако, сильно возрастает при осаждении $\text{Me}_{(ч)}$ (Pd, Cu, Ni, Pt, Ag) на поверхность TiO_2 . При небольших количествах осажденного металла ($10^{15}\text{—}10^{16}$ ат/см²) на i_a , φ -кривой анодного окисления восстановителей (BH_4^- , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$) наблюдается быстрое насыщение анодного тока с потенциалом на электродах с частицами меди [27] и никеля, образующими глубокие (квазиизолированные от s -зоны) ПЭС в TiO_2 ($E_{\text{ПЭС Cu}_{(ч)}} = 2,14\text{—}2,20$ эВ от дна s -зоны оксида [31]). В то же время на TiO_2 , модифицированном частицами Pt, Pd, Ag, образующими мелкие ПЭС, находящиеся в электрическом равновесии с s -зоной TiO_2 [32, 33] ($E_{\text{ПЭС}} = 2,60\text{—}2,85$ эВ [32, 33]), насыщение тока отсутствует, и наблюдается лишь пассивация при таких высоких потенциалах, при которых пассивируются и массивные электроды из тех же металлов. Появление предельных токов окисления в системе $\text{TiO}_2\text{—Cu}_{(ч)}$ можно связать с тем, что анодный ток лимитирован стадией переноса зарядов через барьер Шоттки на гетерогранице TiO_2 /металл [27]. В этом случае анодный ток можно рассматривать в виде тока утечки обратносмещенного диода Шоттки, который протекает в основном по туннельному механизму, а также в некоторой мере, по-видимому, и в результате декорирования осаждающимся металлом участков с повышенной N_d и вследствие этого усилением их электрокаталитической (ЭК) активности. В случае же частиц металлов, образующих мелкие ПЭС, происходит «мягкий» пробой барьера Шоттки и потеря им запирающих свойств. Характерно, что пробой такого типа имеет место и в процессе окисления $\text{Me}_{(ч)}$ на поверхности TiO_2 , причем даже окисленные частицы далее (при $\varphi > 1,5\text{—}3$ В) способствуют «пробойному» окислению воды [34].

В то же время, если скорость окислительного процесса на $\text{TiO}_2\text{—Me}_{(ч)}$ -электродах определяется лимитирующей стадией переноса зарядов через границу TiO_2 /Me, то непонятна природа имеющей место корреляции ЭК активности гетероструктуры $\text{TiO}_2\text{—Me}_{(ч)}$ с активностью массивных металлических электродов (увеличением ее в ряду $\text{Cu} < \text{Ag} \ll \text{Ni} < \text{Pd}$). Для объяснения этой закономерности необходимо учитывать, что, несмотря на лимитирование анодного процесса переносом электронов через барьер Шоттки на гетерогранице, скорость электродной реакции в конечном счете определяется скачком потенциала в слое Гельмгольца ($\Delta\varphi_H$) на поверхности $\text{Me}_{(ч)}$. При этом чем более высокую ЭК активность имеет металл, тем при меньшей величине $\Delta\varphi_H$ достигается одна и та же плотность тока на поверхности $\text{Me}_{(ч)}$ и тем большая часть общего скачка потенциала (задаваемого потенциостатической поляризацией) приходится на гетерограницу. Это, в свою очередь, должно приводить к увеличению эффективности переноса зарядов через гетерограницу (вследствие снижения эффективной толщины барьера Шоттки для туннелирующих электронов) и возрастанию токов утечки, и, как следствие, снижению скачка потенциала в ОПЗ на гетерогранице. В итоге происходит перераспределение части скачка потенциала в слой Гельмгольца на поверхности $\text{Me}_{(ч)}$ и увеличение результирующей скорости анодного процесса. Такая взаимосвязь между скоростью переноса зарядов через внутреннюю и внешнюю границу раздела может быть представлена в виде эквивалентной схемы с обратной связью между скачком потенциала на гетерогранице и в слое Гельмгольца.

Подобное рассмотренному выше расщепление электронного квазиуровня Ферми и перераспределение скачка потенциала имеет место также в восстановительных темновых и фотокаталитических процессах. Так, например, если процесс темнового осаждения на TiO_2 частиц металлов

(Ag, Pt, Pd) протекает в условиях, близких к равновесным (при незначительном отклонении ϕ от потенциала погружения), он локализуется в местах минимумов потенциального рельефа, а при наличии квазиметаллических включений — на этих включениях. Можно предположить, что по мере заполнения частицами металла наиболее глубоких впадин рельефа в условиях потенциостатической поляризации постепенно начинают заполняться впадины с меньшей глубиной и происходит увеличение количества растущих центров. Электронно-микроскопическое (ЭМ) исследование показало, что увеличение количества центров в таких условиях описывается регрессирующей во времени (τ) частотой зародышеобразования $\nu(\tau)$ [35]: $\nu(\tau) = dn(\tau)/d\tau = B\tau^{-1/2}$, $B = \text{const}$, где n — количество частиц. Если процесс переноса зарядов через границу $\text{TiO}_2/\text{Me}_{(aq)}$ достаточно быстрый, то в совокупности с диффузионно-лимитированным ростом частиц металла (а именно так происходит рост частиц Ag на TiO_2 с N_d 10^{19} — 10^{17} см^{-3} [35]) наблюдается линейный рост тока осаждения металла во времени. Подобным образом на TiO_2 с теми же значениями N_d осаждаются и частицы других металлов: Cu, Pd, Pt. Потенциал начала осаждения при этом сохраняется таким же, как и на любой другой индифферентной подложке (соответствует, естественно, с некоторыми поправками, стандартным электродным потенциалам). Однако на низкодефектном TiO_2 ($N_d < 10^{17}$ см^{-3}) наблюдается нарушение и даже инверсия ряда потенциалов осаждения металлов, связанная предположительно с увеличением требования энергетического положения c -зоны оксида [36].

При УФ облучении TiO_2 , контактирующего с раствором, содержащим ионы Ag^+ , Pd^{++} , Pt^{++} и др., происходит фотокаталитическое осаждение металла, причем при высокой концентрации этих ионов, способствующей закреплению уровня Ферми в оксиде (посредством установления больших токов обмена в цепи «объем TiO_2 — ПЭС — $\text{Me}_{(aq)}$ — раствор» [33]), восстановление металла сопровождается незначительным (5—10 мВ) сдвигом потенциала от его равновесного значения (ϕ_0) [37]. Напротив, при малых значениях N_d , низкой концентрации ионов металла в растворе и небольшой концентрации уже осадившихся частиц металла, т. е. в условиях, когда закрепление уровня Ферми неэффективно, имеет место значительное увеличение фотопотенциала, происходящее за счет сдвига ϕ_0 в анодном направлении. Поскольку этот сдвиг ϕ_0 обусловлен закреплением уровня Ферми низким темновым током обмена редокс-пары Me/Me^+ , то при облучении, когда токи обмена сильно возрастают, потенциал электрода смещается к тому же значению ϕ^{ph} , что и в отсутствие ионов металла (при высокой J_0 — почти к ϕ_{fb}). Таким образом, имеет место независимое участие в потенциалопределяющих равновесиях двух подсистем — темновой, связанной с участками с наибольшим значением N_d , и с металлическими частицами, осадившимися на эти участки, и свободной поверхностью полупроводника, токи обмена которой определяются фотогенерационными процессами.

Из вышесказанного следует, что, изменяя ϕ_r системы Me^+/Me^0 , можно, практически не воздействуя на положение электронного квазиуровня Ферми «чистой» поверхности полупроводника, управлять положением квазиуровня, принадлежащего K -зоне (либо частицам металла, взаимодействующим с этой зоной), при условии высоких токов обмена K -зоны с редокс-системой среды. Наряду с этим имеется возможность влияния и на положение квазиуровня Ферми полупроводникового компонента, практически не затрагивая K -зону, неспецифическим путем — варьированием рН раствора (для TiO_2 ϕ_{fb} изменяется на 59 мВ при сдвиге рН на единицу [2]) либо, что более интересно, — специфической адсорбцией некоторых электронодонорных добавок таких, как триэтаноламин [38].

Действие облучения, сглаживая потенциальный рельеф поверхности, способствует тому, что частицы металла могут осаждаться не только в местах наиболее глубоких впадин потенциального рельефа, но и в мелких впадинах, недоступных для темновых электронов. Этим можно объяснить данные ЭМ исследования, согласно которым при одинаковом ко-

личестве осажденного металла в условиях облучения образуется большее количество более мелких частиц, чем при темновом катодном осаждении [1, 30]. Однако часть фотокаталитически осажденных частиц после выключения облучения оказывается находящейся в местах поверхности, отделенных большими либо меньшими потенциальными барьерами от уровня протекания, и поэтому они окисляются при несколько более высоких анодных смещениях, чем катодно-осажденные [39], и образуют более глубокие ПЭС [1].

Фотоэлектрохимические эффекты памяти. Наличие энергетических макрофлуктуаций, а также искусственно создаваемые энергетические неоднородности (в гетероструктурах) оказывают влияние не только на рассмотренные стационарные и переходные фотоиндуцированные процессы, но и существенным образом могут влиять на долговременные релаксационные процессы, наибольший интерес из которых представляют так называемые ФЭХ эффекты памяти. Эффекты такого рода исследовались нами на примере ряда типичных носителей фотографического эффекта памяти — TiO_2 , WO_3 , BiOHal ($\text{Hal}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), Bi_2O_3 , а также в гетероструктурах: $\text{CdO}-\text{CdS}$, $\text{CdO}-\text{Cd}(\text{OH})_x\text{Hal}_y$, $p-\text{Si}-\text{Bi}_2\text{O}_3$, $\text{CdO}-\text{Cr}_2\text{O}_3$, $n-\text{Si}-\text{Bi}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2-\text{Me}_{(ч)}$ [1, 30, 40—43 и др.].

Классифицировать эффекты ФЭХ памяти можно, например, по тому параметру системы, который используется для детектирования эффекта памяти, и определение его позволяет установить уровень изменений в системе, индуцированных излучением, время и характер релаксации их после выключения облучения. В рамках такой классификации исследовавшиеся нами ФЭХ эффекты памяти можно разделить на следующие группы: 1) долговременная релаксация фотопотенциала $\Delta\varphi^{ph}$ после выключения облучения; 2) аккумулярование фотоиндуцированного заряда на ПЭС и объемных ловушках и его долговременная релаксация; 3) фотоиндуцированное изменение ЭК активности поверхности (снижение (повышение) перенапряжения или токов обмена тестовых темновых реакций); 4) изменение ФЭХ свойств — локальная потеря или усиление фоточувствительности в исходной либо иной спектральной области (частный случай — изменение спектрального распределения фототока либо фотопотенциала на участках поверхности, подвергавшихся предварительному облучению); 5) фотоиндуцированное изменение абсолютных значений или частотной зависимости составляющих электродного импеданса; 6) изменение фото-, электролюминесцентных свойств облученной поверхности; 7) изменение оптических параметров спектра, степени поглощения, коэффициента преломления и т. д. Хотя детектирующие параметры в примерах 6 и 7 не являются электрохимическими, эти примеры также можно причислить к ФЭХ эффектам памяти, поскольку изменение указанных параметров является следствием протекания ФЭХ превращений, индуцированных одновременным действием излучения и электрического поля. Естественно, при облучении изменяется не один, а, как правило, комплекс перечисленных параметров, в большей или меньшей мере в зависимости от строения и состава каждой конкретной фоточувствительной системы, условий записи и считывания информации.

Процесс записи информации в исследовавшихся нами ФЭХ системах осуществлялся, как правило, в условиях внешней поляризации, прикладываемой с помощью электролитического контакта. В отсутствие поляризации ее роль выполняет начальный изгиб зон (например, в TiO_2 , связанный с зарядом ПЭС, образованных хемосорбированным O_2^-) или, возможно, локальные электрические поля, связанные с макрофлуктуацией N_d и другими видами разупорядочения.

Исследовавшийся эффект ФЭХ памяти на пленках TiO_2 заключается в долговременной релаксации $\Delta\varphi^{ph}\text{TiO}_2$ -электродов после выключения облучения при выдерживании их в условиях «разомкнутой» цепи на воздухе. Установлено, что на TiO_2 , защищенном сверху слоем поливинилового спирта, время релаксации $\Delta\varphi^{ph}$ возрастает до 2—3 ч по сравнению с 10—30 с в отсутствие защитного слоя (эти времена, в общем, сильно зависят

от N_d оксида, условий облучения и т. д.) [40]. Аналогичное увеличение времени релаксации $\Delta\varphi^{ph}$ наблюдается также при нанесении на поверхность TiO_2 малых частиц серебра [30].

Природа рассматриваемого эффекта ФЭХ памяти предположительно может быть связана с индуцированным светом изменением фактора заполнения ПЭС (за счет взаимодействия ПЭС с фотодырками) с последующей темновой релаксацией их к исходному состоянию. Сдвиг потенциала при облучении можно представить как результат заряжения емкости C_{sc} протекающим фототоком $i^{ph} = eJ_0\alpha(L_{sc} + L_p)$ (рассматривается простейший случай, когда $\alpha^{-1} \gg L_p$ и $\alpha^{-1} \gg L_{sc}$, L_p — диффузионная длина дырок), причем емкость C_{sc} сама является функцией потенциала:

$$C_{sc} = [\epsilon\epsilon_0 eN_d/2(\varphi - \varphi_{fb} - kT/e)]^{1/2} \equiv [F(\Delta\varphi_{sc})]^{-1/2} \quad (2)$$

и, естественно, поэтому изменяется в ходе облучения. Из этих выражений вытекает зависимость скорости изменения потенциала электрода во времени при облучении: $d\varphi/dt = N_d^{-1} J_0 \alpha |\Delta\varphi_{sc}(\tau)| (I \div L_{sc}/L_p)$, причем если изменение потенциала рассматривать как результат заряжения электродной емкости, то величину $|\Delta\varphi_{sc}|$ можно выразить через параметр $\tau = RC$ (постоянную времени электродной системы): $|\Delta\varphi_{sc}| = (\varphi^{ph} - \varphi^T) [I - \ln(I - \tau/RC)]$. В результате можно получить связь между электрофизическими параметрами полупроводника (N_d , L_{sc} , L_p , α и др.), параметрами излучения (J_0 , λ), реакционной среды (определяющими значения φ , φ_{fb} , токов обмена) и скоростью изменения потенциала электрода при облучении, которую, в свою очередь, можно принять за один из критериев фоточувствительности регистрирующей системы.

Для более строгого описания процесса заряжения фотоемкости фототоком следует также учитывать емкость ПЭС (C_{ss}) и ее изменение с потенциалом, а если, например, в ходе облучения образуются металлические частицы либо квазиметаллические включения, то также и емкости, связанные с ними. На примере гетероструктуры $TiO_2-Ag_{(ч)}$ показано, что емкость слоя Гельмгольца, связанная с частицами металла, включается параллельно C_{sc} и приводит к изменению характера C , φ -зависимости: $C = mC_H + n[F(\Delta\varphi_{sc})]^{-1/2}$, где $F(\Delta\varphi_{sc})$ следует из соотношения (2); m и n — доли поверхности электрода, покрытой металлической фазой, и свободной поверхности полупроводника соответственно [44]. Кроме того, сама емкость C_{sc} в ряде случаев зависит от потенциала более сложным образом, чем следует из уравнения (2), например, в результате полевой зависимости N_d (в Vi_2O_3 [45]), диффузионного или дрейфового запаздывания основных или неосновных носителей, которое может искажать C^{-2} , φ -зависимость при небольших (сопоставимых с $\tau = RC$) временах отклонения потенциала электрода от его исходного значения и т. д.

Наряду с эффектами долговременной релаксации фотопотенциала на некоторых других полупроводниках, в частности на Vi_2O_3 , наблюдается ярко выраженный эффект зарядовой памяти, заключающийся в накоплении анодного заряда в условиях одновременного облучения и электрической (анодной) поляризации [41, 42]. При этом заряд накапливается не только в ПЭС, но и в объемных (приповерхностных) ловушках и компенсируется, по-видимому, за счет высокой ионной проводимости оксида по кислороду. В отличие от Vi_2O_3 , в котором эффект памяти является следствием фотоокислительного процесса, в оксигалогенидах висмута ($ViOCl$, $ViOBr$) продукты фотолиза накапливаются в результате фотовосстановления — в условиях одновременного облучения и катодной поляризации. В то же время на $ViONaI$ возможно фотовосстановление висмута и в отсутствие внешней поляризации, несмотря на то, что потенциал при этом смещается в анодном направлении, поскольку квазуровень Ферми для электронов при облучении достигает значения, достаточного для восстановления висмута из оксигалогенида [41].

Значительный интерес представляют эффекты ФЭХ памяти в сложных организованных системах на основе полупроводников, сенсibilизированных органическими красителями, в которых можно наблюдать боль-

шое разнообразие эффектов и ожидать высоких функциональных возможностей. Простейшим примером таких систем является ФЭХ ячейка на основе WO_3 , сенсibilизированного красителем, запись информации в которой осуществляется путем локального фотоокисления красителя и в результате — локального изменения спектрально-сенсibilизированной чувствительности системы [43]. Дальнейшее совершенствование систем такого рода возможно за счет дополнительного введения еще одного слоя красителя, отделенного полимерной мембраной (по типу спектрально-сенсibilизированных систем с безызлучательным переносом энергии [46]), что позволяет осуществлять считывание информации по сигналу фотолюминесценции.

Рассмотренные эффекты ФЭХ памяти могут быть положены в основу разработки новых регистрирующих систем, запись информации в которых происходит в условиях одновременного действия света и электрического поля на полупроводниковый носитель, контактирующий с реакционной средой, а считывание — либо в виде электрических сигналов, генерируемых в результате сканирования фоточувствительной поверхности световым лучом, либо непосредственно путем измерения оптических, люминесцентных и других параметров поверхности. От таких систем можно ожидать высокой фоточувствительности (обусловленной возможностью существенного увеличения эффективности фотондуцированных процессов за счет внешней электрической поляризации), способности к реверсированию записи (осуществлению циклов записи — считывания — стирания) и, что особенно интересно, возможности электрического управления такой системой.

Дальнейшее развитие работ в данном направлении предполагает продолжение исследований закономерностей совместного электрического и светового воздействия на различные организованные фотоэлектрохимические системы — пленочные и микрогетерогенные, включающие полупроводниковую матрицу, молекулы и агрегаты красителей, ЭК активные центры, взаимодействующие с реакционной средой. Исследования такого рода представляют интерес не только в связи с разработкой систем ФЭХ записи, но и потому, что позволяют получить важную информацию, касающуюся природы процессов, ответственных за образование центров проявления в негалогеносеребряных системах регистрации информации с физическим проявлением. Перспективной в этом плане представляется разработка электро- и фотоэлектрохимических моделей функционирования таких систем, и в частности хемотронной модели, регистрирующая система в рамках которой представляется в виде эквивалентной схемы на основе электрохимических цепей, включающих распределенные и дискретные элементы (резистивные, емкостные, диодные и др.), соединенные цепями положительных и отрицательных обратных связей (типа обратной связи в процессе перераспределения скачка потенциала в системе $TiO_2-Cu_{(ч)}-VH_4^-$). При анализе таких систем на всех стадиях их функционирования (фотондуцированное образование центров скрытого изображения, их эволюция в ходе физического проявления и т. д.), как следует из всего изложенного материала, важно учитывать специфику, вносимую факторами энергетической неоднородности, поскольку эти системы являются выражено неоднородными либо за счет биографической неоднородности (присущей таким носителям фоточувствительности, как TiO_2), либо искусственно создаваемой с целью увеличения фоточувствительности (как, например, в микрогетерогенных фоточувствительных системах типа $TiO_2-Ag, PbJ_2-Cu, CdCl_2-CuBr$ и др. [3]), либо индуцированной образованием центров скрытого изображения или центров проявления в полупроводниковой матрице.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить благодарность члену-корреспонденту АН БССР В. В. Свиридову за полезное обсуждение данной работы и ценные замечания.

Список литературы

1. Кулак А. И. Электрохимия полупроводниковых гетероструктур. Минск, 1986.
2. Гуревич Ю. Я., Плесков Ю. В. Фотоэлектрохимия полупроводников. М., 1983.
3. Свиридов В. В. // Несеребряные фотографические процессы. Л., 1984. С. 247.
4. Позняк С. К., Кулак А. И. // Физ. и техн. полупров. 1985. Т. 19. № 6. С. 1128.
5. Позняк С. К., Кулак А. И., Свиридов В. В. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 3. С. 35.
6. Кулак А. И., Позняк С. К. // Электрохимия. 1985. Т. 21. № 1. С. 29.
7. Кулак А. И., Позняк С. К. // Поверхность. 1985. № 5. С. 85.
8. Кулак А. И., Свиридов В. В., Позняк С. К. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 3. С. 49.
9. Позняк С. К., Кулак А. И. // Электрохимия. 1984. Т. 20. № 11. С. 1531.
10. Sviridov D. V., Kulak A. I., Shapiro B. I. // Journ. Inf. Rec. Mater. 1987. V. 15. N 4. P. 243.
11. Свиридов Д. В., Кулак А. И. // Химия высоких энергий. 1987. Т. 21. № 4. С. 343.
12. Свиридов Д. В., Кулак А. И. // Электрохимия. 1987. Т. 23. № 6. С. 856.
13. Свиридов Д. В., Кулак А. И. // Журн. науч. и приклад. фотогр. и кинематогр. 1987. Т. 32. № 6. С. 452.
14. Позняк С. К., Свиридов В. В., Кулак А. И. // Электрохимия. 1984. Т. 20. № 7. С. 996.
15. Позняк С. К., Кулак А. И. Там же. 1985. Т. 21. № 5. С. 654.
16. Позняк С. К., Кулак А. И. // Химия высоких энергий. 1985. Т. 19. № 2. С. 128.
17. Свиридов Д. В., Позняк С. К., Свиридов В. В., Кулак А. И. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 25.
18. Свиридов Д. В., Кулак А. И. // Электрохимия. 1986. Т. 22. № 1. С. 83.
19. Кулак А. И., Позняк С. К. Там же. 1984. Т. 20. № 7. С. 929.
20. Кулак А. И., Свиридов В. В., Позняк С. К. и др. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1987. № 4. С. 24.
21. Decker F., Juliao J. F., Abramovich M. // Appl. Phys. Lett. 1979. V. 35. N 3. P. 397.
22. Sprunken H.-R., Shumacher R., Schindler R. N. // Ber. Bunsenges. phys. Chem. 1980. Bd. 84. N 10. S. 1040.
23. Позняк С. К., Кулак А. И. // Электрохимия. 1984. Т. 20. № 12. С. 1674.
24. Кулак А. И., Пахомов В. П., Свиридов В. В., Щукин Г. Л. Там же. 1979. Т. 15. № 9. С. 1380.
25. Кулак А. И., Пахомов В. П., Свиридов В. В., Щукин Г. Л. Там же. № 4. С. 538.
26. Пахомов В. П., Кулак А. И., Щукин Г. Л. Там же. 1978. Т. 14. № 9. С. 1428.
27. Шевченко О. А., Свиридов В. В., Кулак А. И. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 5. С. 43.
28. Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Кулак А. И., Пахомов В. П. // Электрохимия. 1983. Т. 19. № 7. С. 998.
29. Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Кулак А. И., Пахомов В. П. Там же. 1984. Т. 20. № 2. С. 208.
30. Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Кулак А. И. // Кинетика и механизм реакций в твердой фазе. Кемерово, 1982. С. 159.
31. Стрельцов Е. А., Лазоренко-Маневич Р. М., Пахомов В. П., Кулак А. И. // Электрохимия. 1983. Т. 19. № 8. С. 1148.
32. Стрельцов Е. А., Лазоренко-Маневич Р. М., Пахомов В. П., Кулак А. И. Там же. № 3. С. 365.
33. Стрельцов Е. А., Кулак А. И., Лазоренко-Маневич Р. М. Там же. 1984. Т. 20. № 2. С. 211.
34. Кулак А. И., Свиридов В. В., Пахомов В. П., Щукин Г. Л. Там же. 1980. Т. 16. № 1. С. 104.
35. Стрельцов Е. А., Свиридов Д. В., Кулак А. И. Там же. 1984. Т. 20. № 12. С. 1671.
36. Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Кулак А. И., Пахомов В. П. Там же. 1983. Т. 19. № 2. С. 1000.
37. Кулак А. И., Пахомов В. П., Щукин Г. Л. Там же. 1979. Т. 15. № 11. С. 1698.
38. Кулак А. И., Соколов В. Г., Свиридов В. В. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1979. № 3. С. 3.
39. Стрельцов Е. А., Кулак А. И., Свиридов Д. В., Пахомов В. П. // Электрохимия. 1983. Т. 19. № 4. С. 546.

40. Соколов В. Г., Кулак А. И., Свиридов В. В. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1978. № 2. С. 19.
41. Позняк С. К., Кулак А. И., Стрельцов Е. А., Свиридов Д. В. // Тез. докл. IX Всесоюз. совещ. по кинетике и механизму химич. реакций в твердом теле. Алма-Ата, 1986.
42. Kulak A. I., Sviridov V. V., Poznyak S. K. et al. // Extended Abstracts. XIII Int. Conf. on Photochem. Hungary, 1987.
43. Свиридов Д. В., Кулак А. И. // Электрохимия. 1986. Т. 22. № 6. С. 851.
44. Свиридов Д. В., Кулак А. И., Стрельцов Е. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 8.
45. Позняк С. К., Кулак А. И. // Электрохимия. 1984. Т. 20. № 10. С. 1393.
46. Свиридов Д. В., Кулак А. И., Аржанков С. П. // Докл. АН БССР. 1986. Т. 30. № 5. С. 433.

УДК 77.023.741:771.531.27

А. В. ВРУБЛЕВСКИЙ, В. Н. ХВАЛЮК, С. К. РАХМАНОВ

УСИЛЕНИЕ СЕРЕБРЯНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ БУМАГЕ МЕТОДОМ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СЕРЕБРА

Необходимость увеличения объема производства традиционных галогенсеребряных радиографических материалов в силу возрастания масштабов дефектоскопического контроля изделий и конструкций из металлов определяет актуальность проблемы частичной замены их мало-серебряными аналогами. При решении этой задачи наряду со снижением содержания серебра в рентгенотехнических пленках [1] можно идти по пути использования радиографических бумаг, содержащих в 8—10 раз меньше серебра, чем указанные пленки. Принципиальная возможность использования таких бумаг при осуществлении дефектоскопического контроля ядерных топливных элементов, газовых трубопроводов, композиционных материалов, отливок из металлов показана в работах [2, 3]. Однако естественным следствием малого содержания серебра является низкая чувствительность радиографических бумаг к действию излучения даже при использовании усиливающих флуоресцентных экранов, что затрудняет получение изображений с достаточной оптической плотностью и контрастом.

Ранее установлено [4—9], что для усиления серебряного изображения на черно-белых галогенсеребряных материалах, включая радиографические [1, 5—9], с успехом может быть применен метод диспергирования серебра (МДС), основанный на повышении кроющей способности составляющего изображение серебра за счет повышения дисперсности его частиц в результате окислительно-восстановительной обработки. В силу универсальности МДС были основания ожидать, что он окажется достаточно эффективным также применительно к радиографическим бумагам и обеспечит возможность более широкого практического использования их. В соответствии с этим цель данной работы состояла в изучении возможностей улучшения сенситометрических характеристик серийно выпускаемых радиографических бумаг за счет усиливающей обработки получаемого на них первичного изображения по МДС.

Экспериментальная часть

Объект исследования — радиографическая бумага РТБ-3, относящаяся к числу лучших материалов рассматриваемого типа по своим сенситометрическим характеристикам: чувствительности к действию излучения, максимальной оптической плотности и коэффициенту контрастности изображения.

Экспонирование образцов с использованием усиливающего экрана ЭУ-Л1 проводили на рентгеносенситометре МНИРПИ по методике, рассмотренной в [6]. После экспонирования сенситограммы подвергали стандартной химико-фотографической обработке [6] (длительность проявления в «Рентген-2» и фиксирования в БКФ-2 составляла 2 и 4 мин соответственно).

Процесс усиления полученных сенситограмм по МДС включал: 1) обработку в одном из растворов, содержащих $K_3[Fe(CN)_6]$ и один из следующих галогенидов — $NaCl$ (отбеливатель № 1), KBr (отбеливатель № 2) или KI (отбеливатель № 3); 2) промывку в проточной воде; 3) обработку в одном из усиливающих растворов, на основе хлорида олова (II), содержащем соответственно роданид калия (усилитель № 1), сульфит натрия (усилитель № 2) и иодид калия (усилитель № 3); 4) заключительную промывку в проточной воде.

Оптическую плотность отдельных полей сенситограмм измеряли на денситометре ДО-1 за фильтром видности. Результаты использовали в построении характеристических кривых и определении основных сенситометрических характеристик [6]. Для оценки эффективности усиления строились также кривые зависимости коэффициента усиления $K_y = D_y/D$, где D_y и D — оптическая плотность усиленного и исходного изображения соответственно.

Результаты и их обсуждение

Основные сенситометрические характеристики радиографической бумаги при различных вариантах усиливающей обработки представлены в таблице. Эффективность усиления серебряного изображения в данном случае, как и для рентгенотехнических пленок [6], определяется природой содержащегося в отбеливающем растворе галогенида щелочного металла и соответственно природой составляющего отбеленное изображение галогенида серебра, а также природой и концентрацией сульфит-, роданид- или иодид-ионов в усиливающем растворе, образующих с ионами Ag^+ комплексные соединения.

Максимальная величина чувствительности рассматриваемой радиографической бумаги к действию излучения при усиливающей обработке более чем в три раза превышает чувствительность бумаги, достигаемую при традиционной химико-фотографической обработке (см. таблицу). При этом наблюдается тенденция к уменьшению величины $S_{0,85+D_0}$ по мере уменьшения растворимости составляющего отбеленное изображе-

Сенситометрические характеристики радиографической бумаги РТБ-3: плотность вуали (D_0), чувствительность к действию излучения ($S_{0,85+D_0}$, P^{-1}), коэффициент контрастности (γ) при различных вариантах усиливающей обработки по МДС

Содержание KCN , Na_2SO_3 или KI в усиливающем растворе, отн. ед.	Отбеливатель								
	№ 1			№ 2			№ 3		
	D_0	$S_{0,85+D_0}$	γ	D_0	$S_{0,85+D_0}$	γ	D_0	$S_{0,85+D_0}$	γ
Усилитель № 1									
1	0,05	320	2,8	0,12	250	1,7	0,06	360	2,3
7	0,01	580	5,0	0,15	540	2,6	0,03	430	2,6
15	0,00	500	4,6	0,05	540	4,2	0,02	510	3,1
Усилитель № 2									
3	0,08	280	2,0	0,11	200	1,3	0,06	300	2,4
10	0,03	380	5,0	0,11	200	1,3	0,06	300	2,4
13	0,02	520	5,1	0,11	200	1,3	0,06	300	2,4
Усилитель № 3									
1	0,00	290	1,7	0,09	240	1,6	0,10	290	2,2
10	0,00	400	2,7	0,03	380	1,9	0,02	310	2,6
30	0,00	200	3,2	0,00	330	3,0	0,00	310	2,8

Примечание. Сенситометрические характеристики указанной бумаги при обычной химико-фотографической обработке: $D_0 = 0,10$; $S_{0,85+D_0} = 180 P^{-1}$; $\gamma = 1,3$.

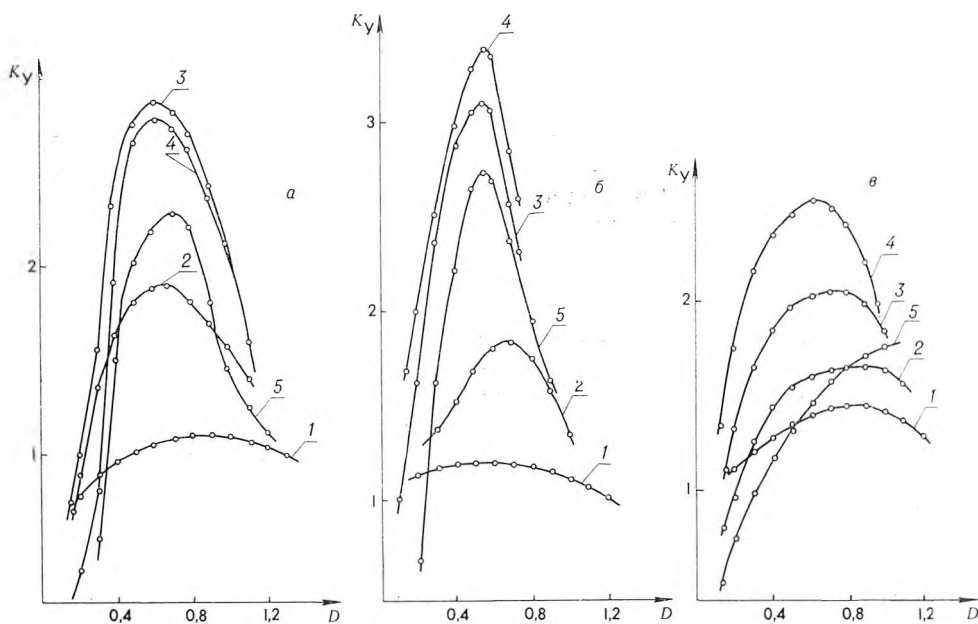
ние галогенида серебра. Среди усиливающих растворов наибольший прирост величины $S_{0,85+D_0}$ обеспечивает усилитель № 1.

С возрастанием концентрации роданид-, сульфит- и иодид-ионов в усиливающем растворе величина эффективности усиления, определяемая величиной K_y , проходит через максимум (см. рисунок), что характерно для всех вариантов усиливающей обработки по МДС. Указанные закономерности в основном согласуются с представлениями о природе процессов, ответственных за повышение степени дисперсности составляющих радиографическое изображение частиц серебра в результате рассматриваемой усиливающей обработки [5, 6], в соответствии с которыми в основе процесса усиления лежит перевод составляющего химически проявленное изображение серебра в растворимое состояние в виде комплексных соединений. Что касается уменьшения эффективности усиления изображения на радиографической бумаге при значительной концентрации роданид-, сульфит- и иодид-ионов в усиливающем растворе (см. таблицу и рисунок), то оно может быть связано с уносом части составляющего изображение серебра из объема эмульсионного слоя в процессе усиливающей обработки.

Из приведенных в таблице данных видно, что повышенные величины $S_{0,85+D_0}$ в процессе усиливающей обработки в основном коррелирует с увеличением коэффициента контрастности радиографической бумаги. Такая корреляция вполне закономерна с учетом характера зависимости $K_y = f(D)$ (см. рисунок), которая является суперпропорциональной (с ростом D величина K_y возрастает) в области значений D до 0,5—0,7.

Особенностью процесса усиления радиографической бумаги, отличающей ее от рентгенотехнических пленок [6], является закономерное уменьшение уровня вуали по мере повышения эффективности усиления (см. таблицу). Это явление может быть связано с частичным переводом составляющего вуаль серебра в растворимое состояние и уносом из эмульсионного слоя с обрабатываемым раствором.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на резкое отличие радиографической бумаги от рентгенотехнических пленок содержанием серебра в эмульсионном слое и типом основы, общие закономерности процесса усиливающей обработки по МДС в обоих случаях



Зависимость $K_y = f(D)$ для радиографической бумаги РТБ-3 при усиливающей обработке по МДС с использованием отбеливающих растворов № 1 (а), № 2 (б), № 3 (в) и усиливающего раствора № 1, концентрация роданида калия в котором увеличивается от 1 к 5

носят качественно одинаковый характер, за исключением процесса усиления вуали. Хотя величина K_{γ} в случае радиографической бумаги и не достигает столь высоких значений, как для безэкранных рентгенотехнических пленок (10 и более), она тем не менее весьма значительна и обеспечивает трехкратное повышение чувствительности бумаги к действию излучения. Это повышение при одновременном росте контраста изображения и уменьшении уровня вуали обеспечивает благоприятные условия для практического использования радиографических бумаг в варианте с усиливающей обработкой по МДС.

Список литературы

1. Корзун Г. М., Беленков В. В., Рахманов С. К. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2. С. 19.
2. Avon D. A. // Industrial and Commercial Photographer. 1972. V. 12. N. 10. P. 111.
3. Domanus J. C., Ruauulf P. A. // Materialpruf. 1980. V. 22. N 3. P. 111.
4. Браницкий Г. А., Капариха А. В., Лапшина В. В. и др. // Вестн. АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 37.
5. Branitsky G. A., Korzun G. M., Rakhmanov S. K. et al. // Proc. Intern. Congr. of Photogr. Sci. Köln (Cologne). 1986. P. 481
6. Браницкий Г. А., Корзун Г. М., Рахманов С. К. и др. // Вестн. АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 1. С. 102.
7. 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. «Вестн. АН БССР. Сер. хім. навук». Минск, 1987. 26 с. Деп. в ВИНИТИ 16.10.87. № 8944-В87.
8. Биктимиров Р. С., Капустин В. И., Корзун Г. М. и др. // Дефектоскопия. 1987. № 8. С. 11.
9. Беленков В. В., Маркварде М. М., Кушнеров А. И. и др. // Здравоохранение Белоруссии. 1987. № 3. С. 27.

УДК 536.7 : 541.11 : 541.113

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

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕНИЛКАРБАМИДА И 1,3-ДИФЕНИЛКАРБАМИДА

Фенилзамещенные карбамида используются в производстве лекарств, в качестве антиоксидантов каучуков, пластмасс, масел, бензинов, как добавки, придающие синтетическим тканям огнестойкость [1], и др. Однако термодинамические свойства соединений этого класса исследованы недостаточно. В работе [2] определена зависимость давления пара над кристаллическим 1, 1-диметил-3-(*p*-хлорфенил) карбамидом в интервале температур 303—379 К, а в [3, 4] измерена теплоемкость фенилкарбамида при 13—330 К и определена его энтальпия образования методом бомбовой калориметрии сгорания: $\Delta_f H^0$ (298,15 К; кр) = $-231,5 \pm \pm 2,2$ кДж · моль⁻¹. Приведенные в [4] результаты по энтальпии сгорания не сопровождаются подробным описанием способа очистки образца фенилкарбамида. Кроме того, авторы [4] в качестве поджигающего вещества использовали бензойную кислоту, большое содержание которой в сжигаемой смеси (около 50 %) могло понизить точность результатов для энтальпии сгорания фенилкарбамида.

Цель настоящей работы — определение термодинамических характеристик фенил- и 1,3-дифенилкарбамида в кристаллическом и газообразном состояниях.

Образцы получены при нагревании солянокислого анилина с карбамидом в воде по методике [5]. Фенилкарбамид вначале очищали перекристаллизацией из воды, а затем из осушенного этанола. Для последующей очистки использовали сублимацию в вакууме при 388 К. Синтезированный 1,3-дифенилкарбамид нагревали до 373 К в воде для удаления следов фенилкарбамида, а затем перекристаллизовывали из этилового эфира уксусной кислоты. Для окончательной очистки образец сублимировали в вакууме при 428 К. Содержание углерода в фенил- и

1,3-дифенилкарбамиде, по данным гравиметрического анализа продуктов сгорания, составило соответственно 99,84 и 99,93 % от теоретического. Идентификация образцов подтверждена ЯМР спектрами (спектрометр TESLA BS 467 A).

Внутреннюю энергию сгорания измеряли на усовершенствованном калориметре В-08М с водяной изотермической оболочкой со статической бомбой [6]. Надежность работы калориметра проверена по сжиганию карбамида ($\Delta_c H^0 = -632,06 \pm 0,67$ кДж·моль⁻¹) и ϵ -капролактама ($\Delta_c H^0 = -3\,603,76 \pm 1,46$ кДж·моль⁻¹). Приведенные величины в пределах погрешности измерений практически совпадают с надежными литературными данными [7, 8]. Энергетический эквивалент калориметра, определенный в отдельной серии опытов по сжиганию эталонной бензойной кислоты К-1, составлял $14\,936,1 \pm 9,7$ Дж/усл. град.

Все образцы сжигали в виде таблеток без вспомогательных поджигающих веществ. Плотность образцов измерялась пикнометрическим методом с применением изооктана в качестве стандартного вещества ($1,317$ и $1,239$ г·см⁻³ для фенил- и 1,3-дифенилкарбамида соответственно).

Таблица 1

Результаты опытов по определению энергии сгорания фенилкарбамида (поправка на поджигание во всех опытах 1,4 Дж)*

<i>m</i> , г	<i>K</i>	ΔT , усл. град.	q_{HNO_3}	Σq	$-\Delta_c U^0/m$, Дж·г ⁻¹
			Дж		
0,66505	0,00115	1,20778	50,0	10,8	27 031,5
0,72692	0,00114	1,31857	54,4	12,0	26 999,4
0,70224	0,00114	1,27529	52,4	11,5	27 031,4
0,68343	0,00107	1,23945	50,6	11,2	26 995,2
0,69941	0,00113	1,26942	52,0	11,5	27 016,1
0,67184	0,00109	1,21934	51,2	11,0	27 013,3
Среднее значение					27 014,5

Среднее квадратичное отклонение среднего арифметического значения 6,3.

* Здесь и в табл. 2 условные обозначения: *m* — масса исследуемого соединения; *K* — константа охлаждения калориметра; ΔT — исправленный подъем температуры; q_{HNO_3} , Σq — поправки на образование азотной кислоты и сумма поправок Уошберна соответственно.

Таблица 2

Результаты опытов по определению энергии сгорания 1,3-дифенилкарбамида

<i>m</i> , г	<i>K</i>	ΔT , усл. град.	q_{HNO_3}	Σq	$-\Delta_c U^0/m$, Дж·г ⁻¹
			Дж		
0,57016	0,00116	1,21010	38,1	10,6	31 612,4
0,53076	0,00118	1,12645	35,3	9,8	31 611,7
0,57656	0,00122	1,22451	40,1	10,7	31 631,1
0,56999	0,00119	1,21032	39,7	10,5	31 624,6
0,55938	0,00113	1,18661	40,4	10,3	31 590,6
Среднее значение					31 614,1

Среднее квадратичное отклонение среднего арифметического значения 6,9.

Результаты опытов по сгоранию приведены в табл. 1, 2. Поправка Уошберна рассчитывалась методом Прозена [9].

Таблица 3

Экспериментальные значения P_k
над кристаллическим фенилкарбамидом

T, K	P_k, Pa	$m \cdot 10^6, kg$	τ, c
367,55	0,082	7,98	71 652
371,69	0,126	7,06	41 399
374,17	0,136	5,42	29 516
377,28	0,215	10,82	37 514
380,70	0,267	7,75	21 659
384,18	0,367	7,07	14 470
386,46	0,526	7,58	10 852
389,35	0,731	7,02	7 254
392,24	0,997	12,97	9 859
395,19	1,37	13,92	7 711
398,17	1,59	15,08	7 249
401,27	2,04	15,73	5 921
403,94	2,63	13,62	3 979
404,50	2,50	17,74	5 454
407,29	3,41	17,78	4 029
407,41	3,44	21,40	4 807
410,32	4,47	15,86	2 754
413,50	5,66	24,15	3 321
416,35	7,87	27,75	2 753
418,30	9,40	15,06	1 254

Экспериментальные значения P_k
над кристаллическим 1,3-дифенилкарбамидом

408,60	0,073	8,21	64 908
411,32	0,101	4,71	28 874
414,37	0,141	7,77	34 425
417,01	0,163	8,46	32 451
420,85	0,251	11,20	28 050
423,93	0,293	9,95	21 474
426,32	0,406	15,58	24 287
427,23	0,451	10,61	14 918
430,27	0,610	12,13	12 654
433,23	0,781	8,88	7 254
436,06	1,04	11,90	7 302
438,98	1,33	11,29	5 466
439,34	1,28	12,59	6 314
443,58	1,75	14,74	5 454
446,65	2,32	23,14	6 469
449,65	2,92	20,43	4 554
453,39	3,55	19,89	3 654
453,43	3,61	22,40	4 050

В итоге получены следующие термодинамические данные: ($kJ \cdot mol^{-1}$): для фенилкарбамида — $\Delta_c U^0 = -3 678,11 \pm 2,19$; $\Delta_c H^0 = -3 679,35 \pm 2,19$; $\Delta_f H^0 = -218,57 \pm 2,38$; для 1,3-дифенилкарбамида — $\Delta_c U^0 = -6 710,11 \pm 4,06$; $\Delta_c H^0 = -6 713,83 \pm 4,09$; $\Delta_f H^0 = -116,83 \pm 4,43$.

Давление насыщенного пара над кристаллическими образцами измеряли интегральным эффузионным методом Кнудсена с применением камеры из нержавеющей стали. Диафрагмой служила никелевая фольга толщиной 0,05 мм с эффузионным отверстием 0,258 и 0,832 мм в опытах с фенил- и 1,3-дифенилкарбамидом соответственно. Температуру термостата, заполненного глицерином или силиконовым маслом, определяли образцовым платиновым термометром сопротивления ПТС. Конструкция установки и методика измерений описаны нами ранее [10, 11]. Надежность работы экспериментальной установки подтверждена изучением давления пара бензойной кислоты в интервале температур 313—372 К. Для измерений применяли бензойную кислоту чистотой 99,995 % марки К-1. Полученное нами значение энтальпии сублимации бензойной кислоты ($92,9 \pm \pm 1,2 kJ \cdot mol^{-1}$ при средней температуре измерений 342 К) находится в хорошем соответствии с наиболее достоверной величиной ($89,45 \pm 0,16 kJ \cdot mol^{-1}$), найденной калориметрическим методом [12]. Кроме того, результаты наших исследований по давлению насыщенного пара карбамида в интервале температур 329—403 К с применением

мембран с различными эффузионными отверстиями в пределах погрешности измерений (5 %) согласуются с данными Круифа и сотр. [13], полученными эффузионным и торзионным методами.

Экспериментальные значения кнудсеновского давления пара P_K над кристаллами фенил- и 1,3-дифенилкарбамида представлены в табл. 3, где m означает убыль массы в результате сублимации, а τ — продолжительность сублимации в каждом опыте. При расчетах P_K принимали, что пар над образцами имеет мономолекулярный состав. Отсутствие ассоциатов в паре подтверждено результатами масс-спектрометрического анализа состава пара (масс-спектрометр МАТ-311 фирмы Varian).

Результаты наших измерений P_K , обработанные методом наименьших квадратов, аппроксимировались в виде уравнений:

для кристаллического фенилкарбамида (367—418 К)

$$\ln(P_K/\text{Па}) = (36,672 \pm 0,438) - (14\,425 \pm 173) T^{-1}, \quad (1)$$

для кристаллического 1,3-дифенилкарбамида (408—453 К)

$$\ln(P_K/\text{Па}) = (36,872 \pm 0,446) - (16\,102 \pm 192) T^{-1}. \quad (2)$$

В опытах с карбамидом [10] установлено, что кнудсеновское давление пара зависит от площади эффузионного отверстия, в то время как энтальпия сублимации, найденная на основании зависимости $P_K=f(T)$, остается практически постоянной, поэтому величины P_K , полученные для 1,3-дифенилкарбамида с применением сравнительно большого эффузионного отверстия диаметром 0,832 мм, следует экстраполировать на «нулевую» площадь эффузионного отверстия. В данном случае величины P_K умножали на поправочный коэффициент 1,09, найденный экспериментальным путем в [10]. В итоге рекомендуемое уравнение для температурной зависимости давления насыщенного пара 1,3-дифенилкарбамида примет вид:

$$\ln(P/\text{Па}) = (36,958 \pm 0,446) - (16\,102 \pm 192) T^{-1}. \quad (3)$$

Результаты по давлению фенилкарбамида, полученные с применением эффузионного отверстия диаметром 0,258 мм, не исправляли, поскольку поправка не превышала 1 %.

Погрешность коэффициентов в уравнениях (1) и (3) оценивалась величиной доверительного интервала с уровнем значимости 0,05.

Из уравнений (1) и (3) следует, что энтальпия сублимации фенил- и 1,3-дифенилкарбамида при температурах 393 и 431 К равна $119,9 \pm 1,4$ и $133,9 \pm 1,6$ кДж·моль⁻¹ соответственно. Энтропия неравновесной сублимации составляет: для фенилкарбамида — $\Delta_s S^0(393 \text{ К}) = 209,1 \pm 4,1$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹; для 1,3-дифенилкарбамида — $\Delta_s S^0(431 \text{ К}) = 211,5 \pm 4,1$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹.

Полученное нами значение энтальпии сублимации фенилкарбамида находится в соответствии с величиной $115,44 \pm 0,63$ кДж·моль⁻¹, найденной прямым калориметрическим методом с использованием микрокалориметра Кальве [14].

Величина стандартной энтальпии образования кристаллического фенилкарбамида, приведенная в [4], отличается от нашей на 13 кДж·моль⁻¹, что выходит за пределы совместной погрешности измерений. Однако по причинам, изложенным выше, полученное нами значение представляется более коррективным.

На основании приведенных результатов рассчитаны стандартные энтальпии образования фенил- и 1,3-дифенилкарбамида в газообразном состоянии, которые составляют $-98,64 \pm 2,78$ кДж·моль⁻¹ и $17,05 \pm 4,71$ кДж·моль⁻¹ соответственно. При этом не учитывалась зависимость энтальпии сублимации от температуры ввиду отсутствия сведений по теплоемкости образцов в кристаллическом и газообразном состояниях.

Совокупность полученных экспериментальных данных позволяет оценить значения инкрементов замены амидных атомов водорода на фенильную группу в кристаллическом и газообразном состояниях, которые составляют 108 и 126 кДж·моль⁻¹ соответственно.

Список литературы

1. Вишнякова Т. П., Голубева И. А., Глебова Е. В. // Успехи химии. 1985. Т. 54. № 3. С. 429.
2. Wiedemann H. G. // *Thermochimica Acta*. 1972. V. 3. P. 355.
3. Кипарисова Е. Г., Кулагина Т. Г., Смирнова Н. Н., Васильев Е. Г. // XI Всесоюз. конференц. по калориметрии и химич. термодинамике: Тез. докл. 17—19 июня 1986 г. Новосибирск, 1986. Ч. 2. С. 81.
4. Кулагина Т. Г., Кипарисова Е. Г. // ЖФХ. 1987. Т. 61. № 2. С. 506.
5. Синтезы органических препаратов / Под ред. акад. Б. А. Казанского. М., 1949. Сб. 1. С. 604.
6. Смирский В. В., Кабо Г. Я., Френкель М. Л. // ЖФХ. 1986. Т. 60. № 8. С. 2057.
7. Александров Ю. И., Осипова Т. Р., Юшкевич В. Ф. // Термодинамика органических соединений: Межвуз. сб. / Горьк. гос. ун-та. 1979. № 8. С. 65.
8. Johnson W. H. // *Journ. Res. Nat. Bur. Stand.* 1975. V. 79A. N. 3. P. 487.
9. Rossini F. D. *Experimental Thermochemistry*. New York; London, 1956. P. 326.
10. Красулин А. П., Козыро А. А., Кабо Г. Я. // ЖПХ. 1987. Т. 60. № 1. С. 104.
11. Красулин А. П., Козыро А. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 3. С. 20.
12. Мирошниченко Е. А., Воробьева В. П., Воробьев А. Б. // Проблемы калориметрии и химической термодинамики: Докл. на X Всесоюз. конференц. 12—14 июня 1984 г. Черногловка, 1984. С. 580.
13. De Wit H.G.M., Van Miltenburg J. C., de Kruif C. G. // *Journ. Chem. Thermodyn.* 1983. V. 15. N. 7. P. 651.
14. Воробьева В. П., Мирошниченко Е. А. // V Всесоюз. конференц. по термодинамике орган. соединений: Тез. докл. 22—24 сентября 1987 г. Куйбышев, 1987. С. 20.



УДК 595.768.12

М. ГАРИБ

БИОЛОГИЯ ИВОВОГО ЛИСТОЕДА *GONIOCTENA VIMINALIS* L. (Coleoptera, Chrysomelidae) В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССИИ

Gonioctena viminalis L.— широко распространенный в лесной зоне Палеарктики вид, личинки и имаго которого, часто достигая большой численности, существенно вредят ивам [1]. Биология этого листоеда изучалась в Средней Европе [2], но в Белоруссии исследования не проводились. Изучению особенностей жизненного цикла, питанию и вредоносности личинок разных возрастов и имаго посвящена настоящая работа.

Материал и методика

Материал собирали летом 1985, 1987 и 1988 гг. на территории Березинского биосферного заповедника близ поселка Домжеринцы. Заросли ивы, на которых размещалась изучаемая популяция *G. viminalis*, состояли из *Salix caprea*, *S. pentandra*, *S. viminalis*; плотность растений примерно 1 куст на 3 м², средняя высота — 1 м. Наблюдения за развитием и питанием личинок и имаго проводились в садках и лаборатории. Площадь поврежденной поверхности листа устанавливали путем нанесения его контуров на миллиметровую бумагу. За изменением численности жуков, питающихся на одном растении, наблюдали ежедневно. Определение видов ивы осуществлено по [3] сотрудниками кафедры ботаники БГУ имени В. И. Ленина, за что автор выражает искреннюю благодарность.

Результаты и их обсуждение

Первые перезимовавшие взрослые особи наблюдались 20.05.87 и 25.05.88 в зависимости от затененности участка и времени таяния снега. Выход жуков из мест зимовки продолжается до 10.06.88.

После короткого периода активного расселения животные приступают к питанию. 28 мая отмечены первые случаи спаривания, чаще всего оно наблюдалось от 10 до 13 ч (продолжительность спаривания составляла 2—7 мин). Спаривание происходило в верхней стороне листьев, при этом самка иногда ползала и питалась.

Откладка яиц начинается через несколько дней после выхода жуков и длится до середины июня. Оплодотворенная самка откладывает яйца двумя-тремя группами, окруженными желтоватой массой по 5—7 штук на верхнюю и нижнюю поверхности молодого листа по обе стороны от центральной жилки. Через 2—3 ч выходят личинки первого возраста. Их тело окрашено в оранжевый цвет, голова белая. Спустя 20—30 мин вся личинка чернеет и начинает передвигаться по листу.

Наблюдения в лаборатории показали, что личиночная стадия длится 14—18 дней. За это время личинки трижды линяют и превращаются в куколку. Продолжительность каждого из личиночных возрастов показана в табл. 1.

Развитие *G. viminalis*

Дата наблюдения	Стадия развития	Цикл развития	Размеры, мм
01.06.88.	Личинка	I возраст	
02.06.88.	—»—	—»—	1,5
03.06.88.	—»—	—»—	2,0
04.06.88.	—»—	—»—	3,0
05.06.88.	Первая линька		
06.06.88.	—»—	II возраст	5,0
07.06.88.	—»—	—»—	5,5
08.06.88.	—»—	—»—	7,0
09.06.88.	Вторая линька		
10.06.88.	—»—	III возраст	10,0
11.06.88.	—»—	—»—	10,0
12.06.88.	Время покоя	—»—	8,5
13.06.88.	—»—	—»—	—»—
14.06.88.	—»—	—»—	—»—
15.06.88.	—»—	—»—	—»—
16.06.88.	Третья линька появление куколки		8,0
17.06.88.	Куколка		—»—
18.06.88.	—»—	—»—	—»—
19.06.88.	Появление молодого жука		7,5

Держатся личинки группами и, съедая один лист, такая группа переходит на другой. Для удержания на листе личинка имеет несколько специальных приспособлений: на заднем конце тела расположена присоска, обеспечивающая основное прикрепление к поверхности листа; для этого же используются коготки и мандибулы.

С приближением линьки личинка прикрепляется передней частью тела к листу и принимает вертикальное положение. Ее тело совершает движения влево, вправо, вверх и вниз. Старая кутикула лопается дорсально вдоль, а затем высыхает и съеживается, в это время личинка изгибается и освобождает от нее переднюю часть тела. Личинки раскачиваются вперед и назад до тех пор, пока средние ножки не схватывают поверхности листа, затем появляется остальная часть тела. Голова ново-полнявшей личинки белая, грудь и брюшко — оранжевые. Продолжительность линьки 10—15 мин, после этого личинка находится в состоянии покоя 3—5 мин, затем начинает двигаться и питаться. По завершении второй линьки личинка еще раз линяет и падает на землю.

Попадая на поверхность почвы, личинка третьего возраста погружается на 2—3 см вглубь и перестает двигаться, состояние покоя — 5—7 дней. Она увеличивается в размерах, брюшко становится оранжевым. Личиночная шкурка отделяется, и образуется куколка. Этот процесс длится около 30 мин. Куколка *G. viminalis* открытого типа. Окраска куколок может быть оранжевой и черной; развивающиеся из них имаго будут окрашены соответственно.

Спустя 3—5 дней из куколок появляются взрослые жуки, которые питаются до начала августа и, не спариваясь, уходят на зимовку. Наблюдая за появлением имаго, мы установили изменение окраски. Только что вышедший жук оранжевого цвета с черными лапками и мандибулами, его крылья выглядят из-под надкрылий. Примерно через 30 мин



Рис. 1. Цикл развития *G. viminalis*

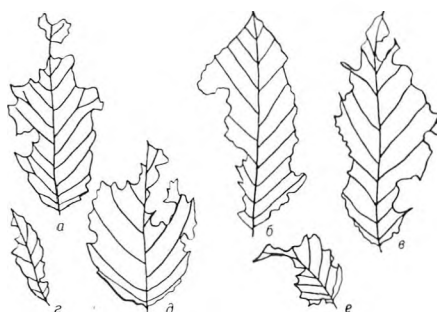


Рис. 2. Площадь листа, съеденная жуками (а—в), личинками I (г), II (д), III (е) возраста за сутки

крылья чернеют, а через 1 ч прячутся под надкрылья. К этому времени на переднеспинке и надкрыльях появляется характерный рисунок, достигающий у этого вида большого разнообразия [4]. Через 2 ч ноги и брюшко становятся черными (рис. 1).

Взрослые жуки выгрызают край листа, обхватив его сверху и снизу лапками. При этом они движутся от вершины листа к черешку (рис. 2, а—в). За 24 ч один жук повреждает примерно 30 % поверхности листа (табл. 2).

Таблица 2

Повреждаемость листьев ивы
на разных стадиях развития *G. viminalis* за сутки

Стадия развития	Размеры	Площадь поврежденной поверхности за сутки, %
Личинка I возраста	1,5—3,0	9,5
Личинка II возраста	5,0—7,0	20,9
Личинка III возраста	9,0—10,0	27,8
Имаго	5,0—8,0	30,1

Личинки также выгрызают лист с краю (см. рис. 2, г—е), но располагаются при этом на верхней или на нижней стороне листа. Повреждаемая площадь листовой пластинки зависит от возраста и размеров личинки (см. табл. 2).

Список литературы

1. Вешупе J. // Acta Mus. Natur. Prag. 1947. V. 3b. P. 89.
2. Cornelius // Entom. Zeit. 1857. Bd. 18. S. 165.
3. Лопатин И. К. Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики. Минск, 1986.
4. Гариб М. // Вести. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 3. С. 44.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВИДОВ РОДА *GALIUM* L.— ПОДМАРЕННИК

До настоящего времени вопрос о видовом составе рода *Galium* L. на территории Белоруссии нельзя считать окончательно решенным. Критическая обработка рода позволила документально подтвердить произрастание в БССР 16 видов подмаренников [1] и высказать предположение о возможности нахождения еще целого ряда видов. И, действительно, наше предположение подтвердилось: после выхода статьи [1] Д. И. Третьяковым был обнаружен *Galium triflorum* Michx.— подмаренник трехцветковый. Таким образом, на сегодняшний день в Белоруссии выявлено 17 видов подмаренников.

В связи с тем, что не для всех видов даны четкие морфологические характеристики, а ключи для определения видов подмаренников, приведенные во флоре БССР [2] и Определителе растений Белоруссии [3], устарели, возникла необходимость в составлении нового ключа для определения видов рода *Galium*, встречающихся в нашей флоре. Все признаки, приведенные в ключе, тщательно выверены по гербарным материалам, собранным на территории Белоруссии, многие из них уточнены или дополнены.

- | | |
|--|----|
| 1. Стебель крепкий, прямостоячий или приподнимающийся . . . | 2 |
| + Стебель слабый, лежачий или цепляющийся за опору . . . | 12 |
| 2. Листья узкие до 50 мм длиной и 2 мм шириной с завернутыми
вниз краями . . . | 3 |
| + Листья более широкие с незавернутыми краями | 4 |
| 3. Цветки золотисто-желтые, душистые. Завязь голая или слегка опушенная. Соцветие густое метельчатое. Цветоносы дважды тройчато разветвленные, многоцветковые. Стебли прямостоячие со сближенными узлами, простые или разветвленные, голые или слегка опушенные. Листья узкие, почти до средней жилки с завернутыми вниз краями, по 8—12 в мутовках. | |

G. verum L.— П. настоящий

+ Цветки белые. Венчик трех-четырёхнадрезанный воронковидный с хорошо выраженной трубкой. Соцветие рыхлое, цветоносы длинные, тройчато разветвленные, малоцветковые. Стебли одиночные до 70 см высотой, прямостоячие или восходящие, четырехгранные с белыми полосками по ребрам, с расставленными узлами, голые. Листья узкие, со слегка завернутыми вниз краями, по 6—4 в мутовке.

G. tinctorium (L.) Scop.— П. красильный

- | | |
|---|---|
| 4(2). Листья в мутовках в средней части стебля по 4 | 5 |
| + Листья в мутовках в средней части стебля более 4 | 9 |
| 5. Завязь и плоды голые | 6 |
| + Завязь и плоды опушенные | 8 |
| 6. Листья ланцетные 30—70 мм длиной, 2—5 мм шириной, постепенно оттянутые к верхушке, тонкие, мягкие с тремя жилками. Листовая пластинка голая, лишь по краям, а иногда по выступающим с нижней стороны жилкам имеются короткие, вверх направленные шипики. Метелка рыхлая, раскидистая. Цветки белые. Плоды вздутые. | |

G. physocarpum Ledeb.— П. вздутоплодный

- | | |
|---|---|
| + Листья продолговато-яйцевидные или эллиптические | 7 |
| 7. Листья крупные, 5—10 см длиной и 1—3 см шириной, по краю и жилкам на верхней стороне с короткими шипиками, направленными к верхушке. Нижняя сторона листа опушена редко расположенными тонкими заостренными волосками. На выступающих жилках опушение более обильное, волоски загнуты вверх. Мелкие жилки образуют хорошо заметную густую сеть. Соцветие в начале цветения компактное, позднее становится более рыхлым, щитковидным. Плоды голые, морщинистые. | |

G. articulatum Lam.— П. членистый

+ Листья более мелкие, 2,5—5 см длиной и 1—1,5 см шириной, голые, лишь по краю, а иногда по жилкам с нижней стороны, с короткими, вверх направленными шипиками. С нижней стороны хорошо заметны три главных жилки. Жилки второго порядка идут почти параллельно главным и не образуют густой сети. Соцветие более или менее рыхлое. Плоды голые, морщинистые.

G. rubioides L.— П. мареновидный

8(5). Метелка компактная, узкая, более или менее сжатая. Цветоносы и цветоножки редко опушены белыми отстоящими волосками или голые. Стебли крепкие, прямостоячие или восходящие, простые или разветвленные, с короткими междуузлиями (по длине равны листьям или короче их), по граням и в узлах коротко опушенные, по ребрам остро шероховатые от направленных вниз шипиков. Листья 15—30 мм длиной, 3—4 мм шириной, с одной — тремя жилками, опушенные короткими волосками с верхней и нижней стороны, остро шероховатые от шипиков по краям и жилкам на нижней стороне.

G. boreale L.— П. бореальный

+ Метелка рыхлая, широкая, раскидистая. Цветоносы и цветоножки густо опушены белыми оттопыренными волосками. Стебли крепкие прямостоячие или восходящие, простые или разветвленные, с длинными междуузлиями (значительно длиннее листьев), голые или с шипиками по ребрам, в узлах коротко опушенные. Листья 45—70 мм длиной, 7—12 мм шириной, с тремя жилками, голые или почти голые с острыми шипиками по краю и жилкам с нижней стороны листа.

G. septentrionale Roem. et Schult.— П. северный

9(4). Венчик с хорошо выраженной трубкой, воронковидный. Соцветие редкое, верхушечное. Растение с тонким ползучим корневищем. Стебель одиночный, неразветвленный, четырехгранный, голый, в узлах со щетинками. Листья продолговатые, к верхушке расширяющиеся и заканчивающиеся коротким острием. Край листа и жилки снизу с короткими, загнутыми вверх шипиками. Мерикарпии шаровидные, густо опушенные белыми блестящими, крючковидно загнутыми на верхушке и вздутыми в основании волосками.

G. odoratum (L.) Scop.— П. душистый

+ Венчик без ясно выраженной трубки, колесовидный 10

10. Листья сизовато-зеленые, линейно-ланцетные с одной жилкой, суженные к верхушке и основанию, на верхушке с коротким белым острием, по краю шероховатые от коротких жестких направленных вверх шипиков. В мутовках по шесть и более листьев. Стебель до 100 см высотой разветвленный. Соцветие рыхлое, метельчато-щитовидное. Цветки 3—4 мм в диаметре, лепестки с коротким острием. Цветоножки волосовидные до 10 мм длиной, голые. Мерикарпии мелкие (около 1 мм), голые, шаровидные, слегка морщинистые. Часто из двух мерикарпиев развивается только один.

G. intermedium Schult.— П. промежуточный

+ Листья зеленые, линейно-продолговатые или линейно-ланцетные 11

11. Метелка раскидистая, длинная, иногда равна половине длины стебля, с почти горизонтально отклоненными боковыми ветвями. Цветоносы дважды тройчато-разветвленные, многоцветковые. Цветоножки короткие, голые. Стебель восходящий, мягкий, простой или разветвленный, голый. Узлы опушены мягкими, отклоненными вниз волосками. Листья закруглены на верхушке с коротким шипиком до 25 мм длиной и 4 мм шириной по 6—8 в мутовке, горизонтально распростерты. Плоды почти черные, голые, мелко морщинистые.

G. mollugo L.— П. мягкий

+ Метелка узкая, пирамидальная, с короткими, направленными вверх боковыми ветвями. Цветоносы разветвленные, малоцветковые.

Цветоножки короткие, голые. Стебель прямой, крепкий, с короткими, направленными вверх веточками, голый. Узлы слабо опущенные. Листья на верхушке постепенно и плавно длинно заостренные, до 20 мм длиной и 4 мм шириной, по краям слегка завернутые, по шесть — восемь в мутовке, часто вниз отогнутые. Плоды почти черные, голые, мелко морщинистые.

G. album Mill.— П. белый

- 12(1). Однолетние растения 13
+ Многолетние растения 14

13. Цветки белые. Стебель четырехгранный с крыловидными выступающими ребрами, цепкий от направленных вниз шипиков, в узлах опущен длинными белыми волосками. Листья плоские, на верхушке постепенно сужающиеся в острие. Верхняя сторона опушена редкими оттопыренными, крючковидно загнутыми к верхушке волосками. По краю листа и по средней жилке шипики редкие, крупные, направлены к основанию листа. Плоды густо опушены длинными, крючковато загнутыми на верхушке и вздутыми в основании волосками.

G. aparine L.— П. цепкий

+ Цветки зеленовато-желтоватые. Цветоносы с шипиками. Стебель остро шероховатый, в узлах голый. Лист слегка завернутый, на верхушке с тонким длинным острием, с верхней стороны опушен жесткими, отстоящими крючковидными волосками, по краю и жилке с нижней стороны листа с острыми шипиками, направленными к основанию. Плоды густо опушены белыми крючковидными волосками.

G. spigium L.— П. ложный

14. Полузонтики трехцветковые, пазушные. Цветоножки длинные, около 10 мм. Стебель четырехгранный, совершенно голый. Листья голые с одной жилкой. На жилке с нижней стороны очень редкие крупные тонкие шипики, обращенные к основанию листа. Мерикарпии почти шаровидные, опущенные длинными белыми блестящими, крючковидно загнутыми волосками.

G. triflorum Michx.— П. трехцветковый

- + Полузонтики с большим числом цветков 15

15. Стебель гладкий или слабо шероховатый. Листья в мутовках по четыре, тонкие с одной жилкой, на верхушке округленные, до 30 мм длиной и 1,5—2 мм шириной. Соцветие метельчатое, рыхлое, раскидистое. Цветки белые, цветоножки голые, равные длине цветка. Мерикарпии голые, шаровидные.

G. palustre L.— П. болотный

- + Стебель острошероховатый 16

16. Венчик крупный, широко колокольчатый, с хорошо выраженной трубкой. Стебель толстый, ветвистый, четырехгранный, блестящий, цепкий от острых крупных шипиков на ребрах, обращенных вниз. Листья крупные, на верхушке внезапно суженные в острие, с одной главной жилкой и хорошо заметной сетью боковых. Край листа и жилка с шипиками, загнутыми к основанию листа. Плоды мелкобугорчатые. Часто из двух развивается только один мерикарпий.

G. rivale (Sibth. et Smith) Griseb.— П. приручейный

+ Венчик мелкий, колесовидный. Стебель тонкий, ветвистый, цепкий от коротких мелких, направленных вниз шипиков. Листья мелкие, с длинным острием на верхушке, по краям слегка завернутые, с шипиками, густо расположенными по краю и жилке (иногда жилка голая). Соцветие рыхлое, с сильно расставленными боковыми веточками. Цветки белые. Плоды мелкие с белыми бугорками.

G. uliginosum L.— П. топяной

Список литературы

1. Сауткина Т. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989, № 1. С. 44.
2. Михайловская В. А. // Флора БССР. Минск, 1955. Т. 4. С. 426.
3. Михайловская В. А. // Определитель растений Белоруссии. Минск, 1967.

Г. В. ЛЯХОВИЧ, Т. А. ГАПЕЕВА,
М. С. РАДЮК, Г. Г. МЕШКОВ,
В. А. ЛАПИНА, Г. И. ЖЕЛТОВ, И. Д. ВОЛОТОВСКИЙ

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТКАНЯХ ГЛАЗНОГО ДНА ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ СВЕТОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Применение источников интенсивного света получило широкое распространение в офтальмологии при лечении ряда болезней, связанных с патологией сетчатки. В практике нашли применение лазеры импульсного и непрерывного действия. Эффективное лечебное воздействие при использовании импульсных лазеров реализуется в относительно узком диапазоне энергий излучения [1], что приводит к нежелательным побочным эффектам: превышению допустимой дозы облучения и чрезмерному повреждению тканей. Этим недостаткам лишены лазеры непрерывного действия. Режим их работы позволяет путем изменения времени облучения точнее регулировать подводимую к тканям энергию и, следовательно, получать более стабильный терапевтический эффект.

В связи с расширением применения в офтальмологии лазеров непрерывного действия (например, аргонного) представляется целесообразным полнее изучить механизм повреждения сетчатки на уровне клеток, клеточных мембран и их компонентов под воздействием лазерного облучения.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния излучения аргонного лазера на ультраструктуру клеточных элементов и некоторые физико-химические параметры белков сетчатки и пигментного эпителия (ПЭ), а также выяснению роли фототермических процессов в механизме их повреждения.

Материал и методика

Опыты проводились на препаратах глаз крупного рогатого скота. Глаза разрезали пополам так, чтобы сохранить естественное положение сетчатки, прижатой стекловидным телом к дну глазного бокала [2]. На сетчатку воздействовали непрерывным излучением аргонного лазера ($\lambda = 488$ и $514,5$ нм) через прозрачное стекловидное тело. Мощность излучения составляла 1,2 Вт, время облучения — 7 мин, диаметр облученной поверхности (пятна) приблизительно 2,5 мм. Последовательным смещением луча достигалось облучение сетчатки на площади около 2 см². Облученные участки сетчатки и ПЭ извлекались и из них готовились гомогенаты.

Для качественной оценки полипептидного состава белков сетчатки и ПЭ применяли метод электрофореза в полнакриламидном геле (ЭФ в ПААГ) [3] с дитиотрептолом (ДТТ), который, как известно, маскирует свободные SH-группы и восстанавливает -S-S-связи в белках, и без ДТТ. Содержание сульфгидрильных групп в белках сетчатки и ПЭ определяли, как и в работе [4]. Калориметрические измерения вели на дифференциальном адиабатном сканирующем микрокалориметре ДАСМ-4 в температурном диапазоне 40—80 °С при скорости прогрева 1 °С/мин. Электронная микроскопия проводилась в варианте криофрактографии [5]. Объектом для микроскопии служил препарат клеток ПЭ, снятых со дна глазного бокала после удаления слоя сетчатки. Препарат ПЭ не подвергался дополнительным очисткам (отмыванию) с целью максимального сохранения всех компонентов ткани, включая и продукты ее возможной деструкции при лазерном облучении. Далее образцы замораживали в пропане при температуре жидкого азота. Скальвание осуществляли на установке IE-4С. Сколотые поверхности оттеняли напылением платины и углерода, затем реплики очищали от органических остатков и исследовали под электронным микроскопом IEM-100СХ. Концентрацию белка в препаратах определяли методом Лоури [6].

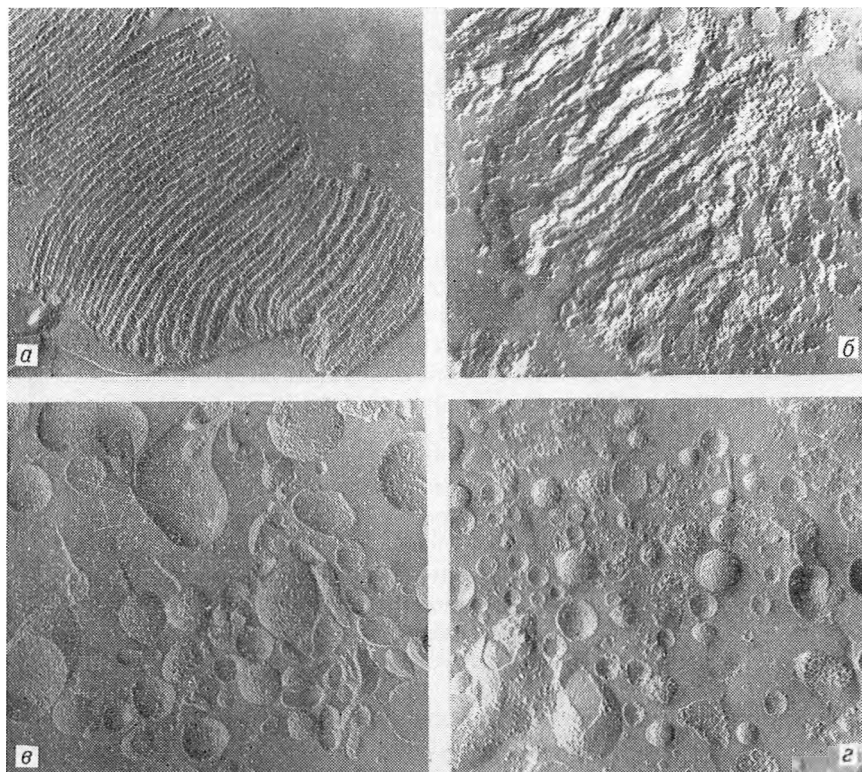


Рис. 1. Электронно-микроскопические микрофотографии контрольных образцов (а, б — наружные сегменты палочек сетчатки; в, г — клетки пигментного эпителия) и сколов мембранных компонентов сетчатки и ПЭ после облучения аргоновым лазером (б, г). Увеличение 42000 \times

Результаты и их обсуждение

Облучение тканей глазного дна надпороговыми дозами света аргонного лазера вызывало визуально регистрируемое побеление облученных участков, волнообразное отделение сетчатки в некоторых местах от слоя ПЭ и выгибание ее в сторону стекловидного тела вследствие фотомеханического действия лазерного излучения [1]. Для обнаружения микроскопических изменений в клеточных мембранах сетчатки и ПЭ применен метод электронно-микроскопической криофрактографии. В норме слой фоторецепторных клеток плотно прилегает к ПЭ, и отдельные наружные сегменты палочек окружены клетками ПЭ. При удалении сетчатки из глазного бокала наружные сегменты палочек (НСП) обламываются и остаются ассоциированными с ПЭ, поэтому на электронно-микроскопических фотографиях полученных сколов на фоне преобладания материала ПЭ (рис. 1, в, г) встречаются диски — элементы наружных сегментов фоторецепторных клеток (рис. 1, а, б). На фотографиях хорошо видны две разновидности структур, типичных для биологических мембран, «расколотых» в продольном или в поперечном направлениях. В первом варианте скол проходит вдоль внутренней гидрофобной области мембраны, образованной жирнокислотными остатками молекул липидов. На снимке видна достаточно ровная плоскость часто овальной или круглой формы, так как скалыванию подвергаются мембранные везикулы различных размеров и формы. На поверхности сколов хорошо различимы внутримембранные частицы (ВМЧ), сформированные гидрофобными участками молекул интегральных мембранных белков, погруженных в липидный бислой или пронизывающих его насквозь [7].

Другим типом структур, обнаруживаемых на криофрактографическом снимке, является прямая или изогнутая полоса, получаемая, когда плоскость скола проходит поперек мембраны. Так, на поверхности скола

контрольного препарата (см. рис. 1, а) различимы области упорядоченных полос, каждая из которых является мембраной. Парное расположение мембран отражает нативную компоновку фоторецепторных дисков в наружном сегменте палочек сетчатки. На рис. 1, б представлена микрофотография скола опытного образца. Хорошо видно, что лазерное облучение приводит к нарушению упорядоченного расположения фоторецепторных мембран. На снимке обнаруживаются отдельные фрагменты дисков, часть из них плотно прилегает друг к другу, образуя свободные от мембран участки.

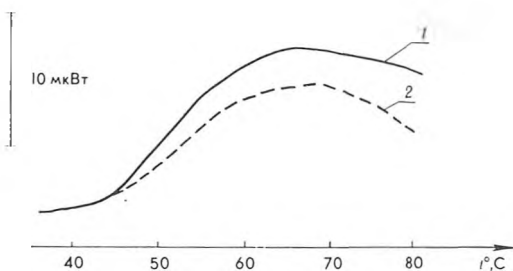


Рис. 2. Влияние лазерного облучения на температурную зависимость теплопоглощения гомогенатов, приготовленных из сетчатки глаз: 1 — контрольный образец, 1 мг/мл

Таким образом, ясно, что излучение аргонового лазера вызывает деградацию фоторецепторных мембран.

Рассмотрим электронные микрофотографии сколов клеточных мембран ПЭ. На снимках контрольных образцов (см. рис. 1, в) различимы сравнительно крупные везикулы, основная масса которых мало отличается между собой по размерам. Поверхность везикул усеяна внутримембранными частицами. Сравнивая микрофотографии контрольных и облученных образцов (см. рис. 1, в и г), видим, что на облученном сколе появилось большое количество диспергированного мембранного материала в виде небольших везикул или фрагментов (осколков) мембран. Можно полагать поэтому, что действие интенсивного излучения аргонового лазера, которое поглощается в основном ПЭ и в небольшой степени — родопсином сетчатки, сводится к фрагментации и измельчению мембранного материала.

Принято считать, что биологический эффект высокоинтенсивного лазерного облучения является следствием термонидуцированных, фотохимических и фотомеханических реакций [1]. Для выяснения степени термического повреждения тканей глазного дна в наблюдаемых изменениях мы воспользовались методом микрокалориметрии. На рис. 2 приведены кривые теплопоглощения гомогенатов сетчаток из контрольного (кривая 1) и облученного (кривая 2) образцов. Теплопоглощение препаратов начинает возрастать с увеличением их температуры выше 45°C , что связано с денатурацией белков сетчатки. При этом удельное теплопоглощение облученного образца меньше, чем контрольного (кривая 1 лежит выше кривой 2), в результате структурных изменений белков сетчатки при лазерном воздействии.

Из денситограмм ЭФ разделения полипептидов гомогенатов облученной и контрольной сетчатки в присутствии ДТТ (рис. 3, а) и без него (рис. 3, б) видно, что полипептидный спектр препаратов после облучения аргоновым лазером видимых изменений не претерпевает. Таким образом, лазерное излучение не вызывает образования каких-либо меж- и внутримолекулярных ковалентных сшивок в белках сетчатки, в том числе возникающих и при окислении SH-групп. Этот вывод подтверждается прямым определением концентрации SH-групп в препаратах до и после облучения ($6,9 \pm 1,3$ и $6,9 \pm 1,0 \cdot 10^{-8}$ М/мг белка соответственно).

Опыты на ПЭ проведены в двух вариантах: с облучением материала в составе глазного препарата и в гомогенате пигментного эпителия. В обоих случаях получены сходные результаты. После лазерного облучения на электрофореграммах белков обнаруживается уменьшение количества полипептидов с молекулярной массой около 130 и 60 кД. Этот феномен иллюстрируется электрофореграммами образцов в присутствии ДТТ (см. рис. 3, в). Следовательно, лазерное облучение вызывает в бел-

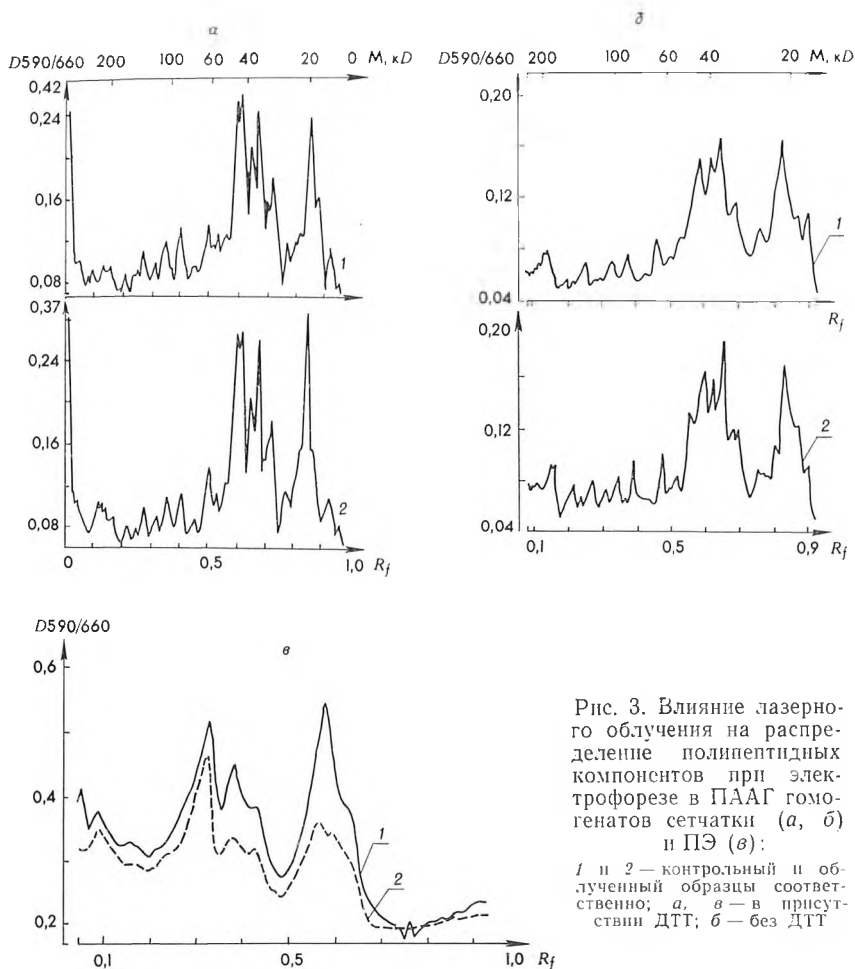


Рис. 3. Влияние лазерного облучения на распределение полипептидных компонентов при электрофорезе в ПААГ гомогенатов сетчатки (а, б) и ПЭ (в):
1 и 2 — контрольный и облученный образцы соответственно; а, в — в присутствии ДТТ; б — без ДТТ

как ПЭ возникновение химических ковалентных сшивок без какого-либо участия в их образовании SH-групп. Прямое определение количества SH-групп в белках ПЭ не выявило их достоверного изменения после лазерного облучения. Наиболее вероятной причиной уменьшения количества полипептидных фракций с молекулярной массой 130 и 60 кД в ПЭ является образование крупных агрегатов из нескольких полипептидов, которые из-за своего размера просто не входят в гель. Об этом свидетельствует увеличение количества материала по сравнению с контролем, задерживающегося на старте в ходе гель-электрофореза облученных образцов. К сходному результату приводит и облучение ультрафиолетовым светом изолированных сетчаток, а также биологических мембран и клеток [8].

Таким образом, при воздействии на сетчатку надпороговыми дозами излучения аргонового лазера, внешне проявляющемся в побелении облученного участка и ее отслойке в отдельных местах от подложки, имеет место денатурация белковых компонентов клеток и образование химических ковалентных сшивок в белках ПЭ, не связанных, однако, с окислением SH-групп. Указанные изменения сопряжены, судя по данным криофрактографии, с фрагментацией мембранного материала ПЭ и фоторецепторных клеток и являются следствием фототермических и фотомеханических процессов, разыгрывающихся в структурных компонентах ПЭ и сетчатки при облучении.

Список литературы

1. Преображенский П. В., Шостак В. И., Балашевич Л. И. Световые повреждения глаз. Л., 1986.

2. Ляхнович Г. В., Гусейнов Т. М., Желтов Г. И. и др. // Докл. АН БССР. 1986. Т. 30. № 2. С. 180.
3. Laemli V. K. // Natur. 1970. V. 227. P. 680.
4. Погожева И. Д., Федорович И. Б., Островский М. А., Эмануэль Н. М. // Биофизика. 1981. Т. 26. № 3. С. 398.
5. Moog H., Mühlethaler K. // Journ. Cell. Biol. 1963. V. 17. N. 3. P. 609.
6. Markwell M. A. K., Haas S. M., Beiler L. L., Tolbert N. E. // Anal. Biochem. 1978. V. 87. N. 1. P. 206.
7. Боровягин В. Л. // Успехи соврем. биол. 1974. Т. 77. № 3. С. 399.
8. Konev S. V., Volotovskij I. D., Sheiko L. M. // Photochem. Photobiol. 1978. V. 27. P. 289.

УДК 574.583(28)

Н. М. КРЮЧКОВА

ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ПИТАНИЯ *MOINA RECTIROSTRIS* L. В УСЛОВИЯХ ГИПЕРЭВТРОФНОГО ВОДОЕМА

Вопрос об избирательности питания — один из наиболее сложных и слабо разработанных в трофологических исследованиях. До сих пор в литературе нет единого мнения по рассматриваемой проблеме. Некоторые исследователи считают, что морфология и размеры клеток водорослей являются важнейшими факторами в элективности питания ракообразных, однако есть данные о заметной роли хеморецепции в выборе пищи. Описаны даже специальные органы, способные оценивать качество пищи и отбирать определенные частицы [1, 2].

По материалам Б. Л. Гутельмахера [3], массовые представители озерного зоопланктона потребляют из естественного планктона водоросли шаровидной (от 3 до 25 мкм) и удлинённой (20×2—80×5 мкм) формы. Избирательность питания в этих пределах им не отмечена. В принципе тот же результат получен Керстингом [4], который показал, что питание *Daphnia magna* не селективно к пищевым частицам в диапазоне размеров клеток от 2 до 75 мкм, а также нами на шести массовых представителях зоопланктона при питании их естественным фитопланктоном озер разного трофического типа [5]. Связь индекса избирательности с размером клеток водорослей в диапазоне от 2 до 100 мкм не была обнаружена. По-прежнему остается открытым вопрос о влиянии концентрации пищи на избирательность питания животных.

Продолжая исследования, мы выполним эксперименты по питанию *Moina rectirostris* естественным планктоном гиперэвтрофного водоема (биологического очистного пруда санатория Нарочь) в июле 1982 г.

Отрожденная молодь мoiny по три экземпляра была рассажена в склянки объемом около 30 мл, заполненные прудовой водой. Как показали выполненные ранее опыты [6], при такой плотности посадки не нарушаются процессы роста и размножения животных. Для оценки потребления мoinной отдельных видов водорослей в каждой серии суточных экспериментов было поставлено по шесть опытных и две контрольных склянки. Последние для предотвращения оседания фитопланктона укреплялись на вращающемся диске барабана (16 об./ч).

Каждые сутки (общая продолжительность экспериментов 6 суток) рачков пересаживали на свежесобранную прудовую воду. Взвесь, которой питались животные, фиксировали раствором Утермеля с последующим добавлением нескольких капель формалина. Одновременно фиксировали взвесь в контрольных склянках. Начальное количество водорослей определяли ежесуточно в пробах, отобранных в пруду в момент постановки экспериментов. Средняя температура опытов $19,9 \pm 0,3$ °С.

Фитопланктон обрабатывали в камере Фукс-Розенталя (обработка проведена В. Х. Рыбак). Количество потребленного мoinнами корма определяли по разности концентраций отдельных видов водорослей в контрольных и опытных склянках.

За период экспериментов в планктоне пруда обнаружено 56 таксонов водорослей (хлорококковых, синезеленых, диатомовых, пиррофитовых,

вольвоксовых, эвгленовых, десмидиевых). Большая часть из них представлена одноклеточными формами (60,6 %), ценобиями хлорококковых (22 %) и лишь 18 % — колониальными и нитчатыми. Общая численность фитопланктона во все дни исследования была чрезвычайно высока: от 373 до 451 млн кл/л при средней биомассе 239,2 мг/л сырого вещества. Наиболее широко представлены хлорококковые: от 56 до 78 % общей численности водорослей и 22—38 % их биомассы. В отдельные дни количество немногих доминирующих видов фитопланктона было чрезвычайно высоким. Так, *Coelastrum reticulatum* (Dana) Senn. в течение трех дней составлял от 14 до 17 % общей численности; *Oocystis solitaria* от 12 до 22 %; *Gloeocapsa minuta* (Kütz) Hollerb.— от 9 до 13 %.

Индексы избирательности отдельных видов фитопланктона (E) рассчитаны по формуле В. С. Ивлева [7]: $E = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$, где r_i и p_i — доля каждого вида в рационе и в среде соответственно.

В течение эксперимента (за период развития от ювенильной стадии до достижения половозрелости) мотна потребляла практически все 56 видов водорослей, отмеченных в планктоне. Однако избирательность видов существенно различалась. Во все дни жизни наибольшее число избираемых видов среди водорослей размером от 2 до 15—20 мкм (в диаметре или в длину). Вместе с тем четкой связи индекса с размером клеток установить не удалось. Так, для мелкой шаровидной *Chlorella* Beyer sp. ($d=2,5$ мкм) он был равен только 0,06; у более крупной *Cryptosiphonia irregularis* Wille ($7,5 \times 7,5 \times 1,0$ мкм) гораздо выше — 0,49. Так же высока его величина и для крупных нитчатых водорослей и удлиненных форм. Индекс избирательности *Nitzschia acicularis* W ($51 \times 2,5$ мкм) молодью мотны составлял 0,47; *Nitzschia Hass* sp. ($106,4 \times 7,0$) — 0,42; *Oscillatoria* Vauch. sp. ($114 \times 2,0$ мкм) — 0,40.

Практически во все дни опыта отмечено избегание мотной ряда видов водорослей (E имеет отрицательное значение). Это относится как к овальным и округлым сравнительно мелким формам, так и к удлиненным: *O. solitaria* ($5 \times 3,5$ мкм), *Trachelomonas volvocina* Ehr. (3,5 мкм), *Cryptomonas ovata* Ehr. ($9,8 \times 6$ мкм), *Chlorella*, *Euglena* ($22,8 \times 9$ мкм), *Synedra* Ehr. sp. ($22 \times 1,5$ мкм), *Dictyosphaerium simplex* Korschik (5×3 мкм) и др. Избегание таких форм, как трахеломонас, криптомонас, имеющих жгутики, можно объяснить их подвижностью, что, вероятно, затрудняет их потребление. Гораздо сложнее объяснить отрицательный индекс элективности, полученный для мелких клеток хлореллы и ооцистиса. Судя по данным литературы, и по размерам, и по морфологии они должны активно избираться ракообразными. Полученные данные свидетельствуют о том, что в избирании водорослей размеры и форма клеток, вероятно, не всегда существенны.

Разные по абсолютному значению индекса элективности у близких по размерам водорослей дают основание предположить, что здесь важную роль может играть концентрация клеток. В зависимости от динамики численности отдельных видов водорослей прослежено изменение индексов их избирательности мотной (рис. 1). Как правило, значение E возрастало при снижении численности клеток и снижалось при ее увеличении. Отчетливо видно, что у большинства растений есть обратная связь между этими параметрами. Максимальные значения индексов отмечены в основном в тех случаях, когда вид был сравнительно мало-численным в планктоне. В гиперэвтрофном водоеме, к которому относится биологический очистной пруд, они преимущественно отмечались при концентрациях от 1 до 5 млн кл/л. При больших количествах их значение E резко снижалось. Таким образом, можно полагать, что независимо от систематического положения, размера и морфологии клеток, когда тот или иной вид многочислен и доминирует в планктоне, он, вероятно, слабо избирается планктонными животными. Так, при питании мотны вполне доступными по размерам и морфологии клетками ооцистиса в концентрации 96 млн кл/л E составлял 0,04, *Coelastrum* при концентрации 70 млн кл/л — тоже 0,04, а при меньшем количестве последнего

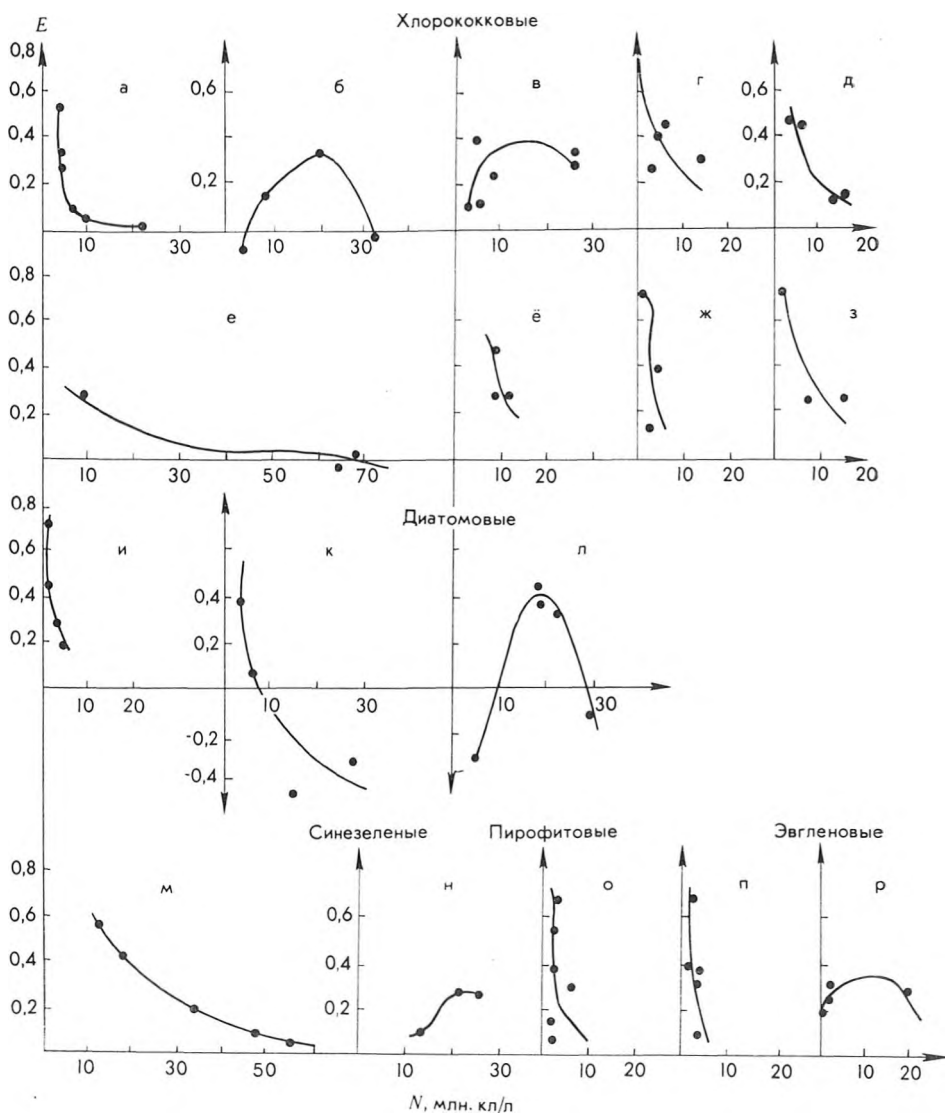


Рис. 1. Индексы элективности отдельных видов водорослей у монны при разной их концентрации:

хлорококковые (а — *Sc. quadricauda*; б — *Scenedesmus acuminatus*; в — *El. lacustris*; г — *Bicoeca*; д — *O. marssonii*; е — *Coelastrum reticulatum*; ё — *Crucigenia irreg*; ж — *Schroederia*; з — *D. pulchellum*); диатомовые (и — *Navicula*; к — *Synedra*; л — *N. acicularis*); синезеленые (м — *Gl. minuta*; н — *Gloeocapsa turgida*); пиррофитовые (о — *Peridinium*; п — *Cryptomonas*); эвгленовые (р — *Trachelomonas*)

(10 млн кл/л) E оказался равным 0,28. По данным Фидлера [8], при интенсивном развитии динофлагеллят (*Gymnodinium splendens*) зоопланктон днем и ночью держится выше или ниже слоев с максимальной концентрацией водорослей. Скорость фильтрации животных всегда в два-три раза ниже в слое с обилием водорослей.

Описанное явление, как и полученные нами результаты, можно связать со способностью многих групп фитопланктона (синезеленых, зеленых, пиррофитовых и золотистых) выделять аллелопатические вещества, которые могут неблагоприятно воздействовать на другие организмы [9].

Наличие обратной связи между концентрацией отдельных видов водорослей и их индексами избирательности позволяет объяснить некоторые имеющиеся в литературе противоречивые сведения, в частности о возможности питания зоопланктона синезелеными водорослями. Можно полагать, что в невысоких концентрациях они должны использоваться в пищу планктонными рачками. Об этом свидетельствуют, например, дан-

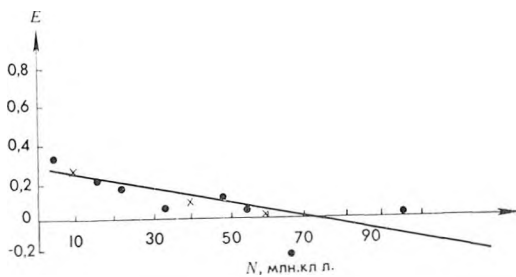


Рис. 2. Зависимость индекса элективности водорослей от их концентрации в планктоне

ные Ламперта [10], который показал, что зоопланктон использует синезеленые в пищу, пока размеры их колоний малы и они сравнительно многочисленны в планктоне. По материалам [11], синезеленые при низкой концентрации в воде потреблялись планктонными ракообразными, к тому же в период «цветения» одновременно снижалось выедание других видов водорослей, например, хлорококковых.

Иногда связь индекса избирательности отдельных видов водорослей с их концентрацией носит характер куполообразной кривой. В этих случаях наблюдается некоторое оптимальное для питания количество фитопланктона. Изменение концентрации в любую сторону от этой величины приводит к снижению индекса элективности. В гиперэвтрофном пруду для водорослей разного систематического положения этот оптимум (или максимум) наблюдался приблизительно между 10—20 млн кл/л отдельного вида. Пока еще рано анализировать, с чем связан разный тип зависимости индекса элективности от концентрации корма и насколько он реально отражает истинную картину питания. Однако можно считать, что E заметно связан с обилием отдельных видов водорослей в планктоне.

Это дало основание усреднить значения E для отдельных видов фитопланктона, обнаруженных в планктоне и потребляемых мотной на разных стадиях ее развития, в зависимости от концентрации фитопланктона. Обработанная методом наименьших квадратов связь индекса элективности отдельных видов водорослей с их концентрацией описывается уравнением прямой (рис. 2): $E = 0,260 + 0,00379N$ ($r = -0,71$), где N — концентрация водорослей, млн кл/л. Приведенной формулой можно воспользоваться для оценки средней величины индекса избирательности зоопланктоном массовых видов водорослей в том или ином водоеме.

Таким образом, исследования показали, что избирательность разных видов фитопланктона в значительной степени определяется их концентрацией в водоеме. Это дает основания полагать, что индекс элективности С. С. Ивлева, не учитывающий связи этого коэффициента с концентрацией клеток, не всегда верно может характеризовать этот процесс в естественных условиях.

Список литературы

1. Ong I. E. // Z. Zellforsch. Mikrosk. annt. 1969. Bd. 97. S. 178.
2. Strickler I. K. // Science. 1982. V. 218. N. 1568. P. 158.
3. Гутельмахер Б. Л. // Экология. 1975. № 4. С. 86.
4. Kersting K. // Hydrobiologie. 1978. V. 59. N. 2. P. 113.
5. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х. // Гидробиол. журн. 1982. Т. 18. Вып. 3. С. 36.
6. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1980. № 1. С. 44.
7. Ивлев В. С. Экспериментальная экология питания рыб. М., 1955.
8. Fiedler P. C. // Limnol. a. Oceanogr. 1982. V. 27. N 5. P. 961.
9. Михеева Т. М. Сукцессия видов в фитопланктоне. Минск, 1983.
10. Lampert W. // Int. Rev. ges. Hydrobiol. 1981. V. 66. N 3. P. 285.
11. Садчиков А. П. // Биол. науки. 1983. № 8. С. 64.

**КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ИЗУЧЕНИЯ
ГРИБОВ СЕМЕЙСТВА EGYSIPTACEAE В БЕЛОРУССИИ**

Мучнисторосяные грибы — широко распространенные облигатные паразиты растений. Развиваясь на сельскохозяйственных культурах, лесообразующих древесных породах, декоративных растениях, они нередко вызывают опасные заболевания, причиняющие значительный ущерб народному хозяйству. В этой связи назрела необходимость критически обобщить имеющиеся многочисленные публикации для того, чтобы иметь более четкое представление о состоянии изученности семейства *Egysiphaceae* нашей республики.

В начале века сбор микологического материала и его обработка носили эпизодический характер. Из опубликованных работ необходимо выделить статью С. Ю. Шембеля [1], в которой приводятся 6 видов мучнисторосяных грибов из родов *Sphaerotheca*, *Egysiphe* и *Microsphaera*.

Планомерные микологические и фитопатологические исследования в Белоруссии начали проводиться с 20-х годов текущего столетия. В 1923 г. по заданиям Минской Опытной болотной станции и Института сельского и лесного хозяйства работала ботаническая экспедиция в составе ботаников В. П. Савича, Л. И. Савич-Любицкой и А. И. Беляевой. По собранным экспедицией материалам Л. А. Лебедева опубликовала первый список грибов и миксомицетов Белоруссии, состоящий из 45 видов [2]. Мучнисторосяных грибов среди них не оказалось. Однако уже во втором, более обширном списке грибов и миксомицетов Белоруссии [3], составленном ею по материалам экспедиции 1924 г., которая обследовала в основном южные районы республики, указываются 10 видов мучнисторосяных грибов на 27 видах растений. Приводятся 3 вида рода *Egysiphe*, отмеченных на 16 видах высших растений, а также по два вида из родов *Sphaerotheca*, *Trichocladia*, *Microsphaera* и один вид из рода *Uncinula*. В третьем списке [4] всего 4 вида мучнисторосяных грибов, причем упомянутых ранее во втором списке, однако паразитирующих на других растениях, или в других районах. Таким образом, для Белоруссии Л. А. Лебедева перечисляет 10 видов мучнисторосяных грибов и 32 вида их растений-хозяев. В списке грибов, обнаруженных в лесном питомнике № 2 Белорусской Центральной лесной исследовательской станции в 1926 г., — 4 вида из семейства *Egysiphaceae* на 8 видах высших растений [5].

С целью выявления паразитных грибов в 1928—1931 гг. были проведены обширные маршрутные обследования растительного покрова многих районов Белоруссии под руководством С. М. Тупеневича. Основное внимание при этом направлялось на обнаружение патогенов сельскохозяйственных культур. Сбор и обработка материала позволили установить 15 видов мучнисторосяных грибов, паразитирующих на 40 видах растений [6, 7].

В обширном списке грибов Смолевичского района [8] В. Ф. Купревич дает 5 видов из семейства *Egysiphaceae*. Позже появляется его работа [9], в которой обстоятельно изучается вредоносность возбудителя мучнистой росы дуба. В определителе болезней клевера и люцерны [10] В. Ф. Купревич указывает для *Egysiphe communis* в качестве питающих растений 13 видов клевера.

В ряде публикаций Н. А. Дорожкина и его учеников мучнистая роса отмечена как распространенная и достаточно вредоносная болезнь люпина, гороха, фасоли, клевера, люцерны, тыквенных, конопли, а также яблони, крыжовника, смородины и земляники [11—23]. Биологические особенности возбудителя мучнистой росы ржи и ячменя *Egysiphe graminis* подробно изучены Е. Г. Гулецкой [24] и сотрудниками БСХА [25]. О мучнистой росе огурцов как очень распространенном в Белоруссии и

весьма вредоносном заболевании пишут М. Ф. Капельян и А. А. Сапогова [26—28].

С 60-х годов текущего столетия внимание ученых Белоруссии вновь привлекают мучнисторосяные грибы, паразитирующие в естественных растительных сообществах. З. Н. Кудряшева и А. И. Стефанович [29] сообщают о развитии в северо-западных районах Минской области 16 видов мучнисторосяных грибов на 60 видах питающих растений из 24 семейств. Пять лет спустя З. Н. Кудряшева [30] только для рода *Erysiphe* в пределах Минской области приводит в качестве растений-хозяев 70 видов травянистых растений, произрастающих в различных сообществах. Для Минской области она перечисляет 127 видов высших растений, на которых паразитировали мучнисторосяные грибы из 8 родов: *Erysiphe*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Leveillula*, *Microsphaera*, *Phyllactinia*, *Trichocladia*, *Oidium* [31]. Что касается рода *Leveillula*, то наличие его в Минской области, на наш взгляд, вызывает сомнение. Представители этого рода приурочены к жарким, сухим регионам.

Многолетние исследования С. В. Горленко патогенных микромицетов на интродуцированных растениях позволили ей выявить и изучить также грибы семейства *Erysiphaceae* [32—34]. В монографии [35] С. В. Горленко и Н. А. Панько дают список 13 видов мучнисторосяных грибов и 19 видов питающих растений-интродуцентов. Сведения об этих грибах есть и в другой крупной работе [36], где показано избирательное отношение родов мучнисторосяных грибов к различным условиям влажности и температурного режима.

Начиная с середины 60-х годов мучнисторосяные грибы, паразитирующие в различных фитоценозах растительного покрова Белоруссии, планомерно изучаются сотрудниками кафедры ботаники Белгосуниверситета имени В. И. Ленина. Выявляется видовой состав родов *Sphaerotheca*, *Podosphaera*, *Erysiphe*, *Uncinula*, *Microsphaera*, *Phyllactinia* и круг их питающих растений [37—44], устанавливаются редкие и интересные для науки формы грибов и виды растений-хозяев [45, 46]. Многолетние наблюдения за развитием мучнисторосяных грибов позволили выявить у них в течение всего вегетационного сезона только конидиальные стадии, определить видовой состав питающих растений, установить типичные места их произрастания, изучить некоторые биологические особенности конидий [47—49]. Исследован сезонный ритм мучнисторосяных грибов, отмечены микромицеты, паразитирующие на растениях, начиная с весны, лета или осенью; определены сроки их массового развития [50].

Изучена приуроченность грибов семейства *Erysiphaceae* к определенным типам растительности. Показано их распространение в формациях сосновых, еловых, березовых, ольховых и дубовых лесов [51—52]. Определены видовой состав мучнисторосяных грибов и закономерности их распространения в луговых сообществах [53].

Исследование мучнисторосяных грибов в агрофитоценозах показало, что они нередко поражают зерновые, а также зернобобовые, технические, овощные и плодово-ягодные культуры. Мучнистая роса ежегодно развивается на многолетних бобовых растениях и злаковых травах. Для мучнисторосяных грибов установлен широкий круг питающих растений-сорняков, произрастающих совместно с культурами и являющихся в ряде случаев источниками инфекции культурных растений [54].

Обобщены материалы по мучнисторосяным грибам, поражающим лекарственные растения. Выявлены 54 вида этих микромицетов на 128 видах лекарственных растений, причем отдельные виды грибов настолько широко и обильно представлены на лекарственных растениях, что нередко дают своеобразный белый аспект. Вместе с тем ряд ценных видов лекарственных растений, как показали наши наблюдения, к мучнисторосяным грибам невосприимчив [55].

Дан обзор мучнисторосяных грибов, паразитирующих на цветочно-декоративных растениях [56]. Указаны интродуценты, на которых мучнистая роса стала отмечаться только в последние годы. Приведены слу-

чан развития мучнисторосяных грибов на цветочно-декоративных растениях, произрастающих в комнатных условиях. Всего на цветочно-декоративных растениях выявлено 16 видов грибов из родов *Erysiphe*, *Sphaerotheca*, *Microsphaera*, *Podosphaera*, *Oidium*, которые поражали 31 вид высших растений из 15 семейств.

Опубликованы также материалы по вопросам происхождения, эволюции и филогенеза мучнисторосяных грибов [57]. Выказаны предположения относительно эволюции этих микромицетов, связанной с изменением числа сумок и сумкоспор в плодовом теле, с соשרенствовавшим придатков клейстотетиев. Рассмотрены возможные пути эволюции мицелия и конидиального спороношения. Дана общая схема эволюции семейства *Erysiphaceae*.

Имеются сведения о влиянии мучнисторосяных грибов на физиолого-биохимические особенности питающих растений, в частности на изменение содержания пигментов и фотохимической активности хлоропластов в растениях флоксов [58].

Исследования мучнисторосяных грибов в Белоруссии продолжаются.

Список литературы

1. Шембель С. Ю. // Тр. Бюро по Приклад. Ботанике. СПб., 1913. Т. 6. № 11. С. 697.
2. Лебедева Л. А. // Зап. Белорус. гос. ин-та. сельск. и лесн. хоз-ва. Минск, 1925. Вып. 4. С. 35.
3. Лебедева Л. А. // Там же. Вып. 9. С. 1.
4. Лебедева Л. А. // Тр. Ботанич. ин-та. АН БССР. Сер. 2: Споровые растения. Л., 1935. Вып. 2. С. 347.
5. Несьцярчук Г. І. Працы Беларус. Дзярж. Акад. С. Г. Мінск, 1927. Т. 5. С. 132.
6. Тупяневич С. М. // Працы Горы-Горацкага навук. таварыства. Мінск, 1930. Т. 7. С. 215.
7. Тупяневич С. М. // Зб. прац. Беларус. Акад. навук. / Ін-т біял. навук. Мінск, 1932. Ч. 2. С. 81.
8. Купревич В. Ф. // Материалы к изучению флоры и фауны БССР. Мінск, 1931. Т. 6. С. 3.
9. Купревич В. Ф. // Тр. АН БССР. Мінск, 1939. Вып. 1—2. С. 67.
10. Купревич В. Ф. Болезни клевера и люцерны. М.; Л., 1954.
11. Дорожкин Н. А. // Болезни зерновых и бобовых культур и способы борьбы с ними. Минск, 1931. Изд. 1; 1932. Изд. 2; 1935. Изд. 3.
12. Хваробы і шкоднікі сельскагаспадарчых раслін і меры барацьбы з імі / Пад рэд. праф. М. А. Дарожкіна. Мінск, 1952.
13. Дорожкин Н. А., Чекалинская Н. И. Болезни люпина. Минск, 1965.
14. Дорожкин Н. А., Гришанович А. К. // Сельское хоз-во Белоруссии. 1973. № 8. С. 28.
15. Дорожкин Н. А., Новицкая Л. Н. // Весті АН БССР. Сер. с.-г. навук. 1983. № 3. С. 74.
16. Чекалинская Н. И. // Болезни с.-х. культур БССР. Минск, 1958. С. 125.
17. Петухова М. И. // Материалы науч.-теоретич. конференц. по естественно-геогр. наукам. Минск, 1971. С. 95.
18. Зазулина Н. А. // Тез. докл. науч.-практич. конференц.: Пути интенсификации картофелеводства, плодоводства и овощеводства. Минск, 1981. Ч. 2. С. 12.
19. Панько Н. А. // Сельское хоз-во Белоруссии. 1983. № 1. С. 43.
20. Шипилькевич А. М. // Плодоводство. Минск, 1983. Вып. 5. С. 78.
21. Новицкая Л. Н. // Пути дальнейшего совершенствования защиты растений в республиках Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1983. Ч. 2. С. 198.
22. Новицкая Л. Н. // Весті АН БССР. Сер. с.-г. навук. 1984. № 2. С. 85.
23. Гришанович А. К. // Сельское хоз-во Белоруссии. 1973. № 2. С. 40.
24. Гулецкая Е. Г. // Уч. Зап. Белорус. ун-та. Сер. биол. Минск, 1957. Вып. 33. С. 95.
25. Шевцов С. И., Линевич А. В. // Актуальные проблемы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Горки, 1982. С. 18.
26. Капельян М. Ф. // Материалы науч.-теоретич. конференц. по естественно-геогр. наукам. Минск, 1971. С. 93.
27. Сапогова А. А. // Микология и фитопатология. 1973. Т. 7. № 6. С. 564.
28. Сапогова А. А. // Науч.-техн. информ. по с. х. Минск, 1974. № 1. С. 16.
29. Кудряшева З. Н., Стефанович А. И. // Ботаника. Исследования. Минск, 1965. Вып. 7. С. 180.
30. Кудряшева З. Н. // Там же. 1970. Вып. 12. С. 181.

31. Кудряшева З. Н. // Тез. докл. 5-го Закавказск. совещания по спор. раст. Ереван, 1972. С. 200.
32. Горленко С. В. // Сб. науч. работ ЦБС АН БССР. Минск, 1961. Вып. 2. С. 171.
33. Горленко С. В. // Сельское хоз-во Белоруссии. 1965. № 16. С. 24.
34. Горленко С. В. // Ботаника. Исследования. Минск, 1966. Вып. 8. С. 85.
35. Горленко С. В., Панько Н. А. Вредители и болезни интродуцированных растений. Минск, 1967.
36. Горленко С. В., Панько Н. А. Формирование микрофлоры и энтомофауны городских зеленых насаждений. Минск, 1972.
37. Стефанович А. И. // Ботаника. Исследования. Минск, 1975. Вып. 17. С. 166.
38. Стефанович А. И., Шуканов А. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1977. № 1. С. 38.
39. Стефанович А. И., Шуканов А. С. // Там же. 1978. № 3. С. 44.
40. Стефанович А. И. // Там же. 1983. № 1. С. 29.
41. Стефанович А. И., Шуканов А. С. // Ботаника. Исследования. Минск, 1978. Вып. 20. С. 219.
42. Шуканов А. С., Гиррилович И. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 26.
43. Шуканов А. С., Стефанович А. И. // Там же. 1981. № 2. С. 34.
44. Шуканов А. С., Стефанович А. И. // Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1981. Вып. 16. С. 99.
45. Шуканов А. С., Стефанович А. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1978. № 2. С. 74.
46. Стефанович А. И., Шуканов А. С. // Там же. 1980. № 2. С. 64.
47. Стефанович А. И. // Экология и биология низших растений: Тез. докл. 9-го Всесоюз. симпозиума микологов и лихенологов Прибалт. советск. республик и БССР. Минск, 1982. С. 167.
48. Стефанович А. И. // Ботаника. Исследования. Минск, 1983. Вып. 25. С. 184.
49. Шуканов А. С., Стефанович А. И. // Там же. С. 209.
50. Стефанович А. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1984. № 2. С. 39.
51. Шуканов А. С., Стефанович А. И. // Материалы 6-й конференц. по спор. раст. Средней Азии и Казахстана. Душанбе, 1978. С. 273.
52. Стефанович А. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1984. № 1. С. 35.
53. Стефанович А. И. // Там же. 1985. № 3. С. 41.
54. Стефанович А. И. // Ботаника. Исследования. Минск, 1984. Вып. 26. С. 94.
55. Стефанович А. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 3. С. 33.
56. Стефанович А. И. // Там же. 1986. № 1. С. 41.
57. Стефанович А. И. // Там же. 1988. № 1. С. 46.
58. Шуканов А. С., Лемеза Н. А., Гулевич А. П. // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14. № 2. С. 117.

УДК 579.8.841.11 : 252.5

М. А. ТИТОК, В. В. ЛЫСАК, А. М. КУЛЬБА

R-ПЛАЗМИДЫ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ МЕТИЛОТРОФНЫХ PSEUDOMONAS: ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАЗМИДЫ рМЗ

У бактерий *Pseudomonas* широко распространены плазмиды R-типа, некоторые из них используются при изучении генетической организации представителей этого рода или других грамотрицательных бактерий [1]. Однако применение известных R-факторов не препятствует поиску новых плазмид, пригодных для изучения генетической организации отдельных групп микроорганизмов.

В данной работе осуществлен поиск плазмид R-типа у факультативных метилотрофных бактерий рода *Pseudomonas* и дана характеристика наиболее распространенной среди них R-плазмиды (50 Md), детерминирующей устойчивость к тетрациклину и стрептомицину.

Материал и методика

Использовались штаммы факультативных метилотрофных бактерий, выделенных из природных источников обитания, а также коллекционные штаммы (табл. 1).

Коллекционные штаммы, использованные в работе

Штамм	Характеристика	Источник получения
<i>Escherichia coli</i> :		
C600	thi-1; thr-1; leu; B6; Nal ^r	Коллекция лаборатории
C600: :Tn5	thi-1; thr-1; leu; B6; Nal ^r ; Km ^r	—»—
DH1	thi-1; recA ⁺	Ивашина Т. В. (ИБФМ АН СССР, Пушкино)
<i>Erwinia chrysanthemi</i> :		
ENA49	прототроф	Quinn С. (Шотландия)
VY0525: :Tn9	pro-2: :Tn5; phe-1; his-3; trp-5; pat-3; recA ⁺ ; Nal ^r ; Cm ^r	Прокулевич В. А. (БГУ имени Ленина, Минск)
VY0528: :Tn9	pro-2: :Tn5; his-3; trp-5; Nal ^r ; Cm ^r	—»—
<i>Pseudomonas</i> sp. M/pM3	trp-2; Tc ^r ; Sm ^r	Коллекция лаборатории
<i>Pseudomonas</i> sp. M 7/1	прототроф	—»—

Питательные среды готовили по стандартным прописям [2]. Идентификацию бактерий проводили по Bergey's [3] и Stanier et al. [4]. Антибиотикорезистентность бактерий устанавливали методом серийных разведений в полноценной агаризованной среде [5], наличие плазмидной ДНК — методом электрофореза в агарозном геле [6]. Калибровочную кривую для определения молекулярных масс строили, используя плазмиды с известными молекулярными массами: pBR322 (2,6 Md), RSF 1010 (5,5 Md), RP4 (36 Md), Rms148 (95 Md). Плазмидную ДНК для рестрикционного анализа выделяли по методу Birnboim et Doly [7], обработку рестриктазой PstI, полученной в НПО «Фермент», проводили в условиях, рекомендованных поставщиком. Скрещивание бактерий осуществляли на мембранных фильтрах, согласно [8].

Для определения стабильности наследования плазмид плазмидосодержащие бактерии в концентрации 10^4 кл/мл вносили в жидкую полноценную питательную среду без антибиотиков и выращивали при 28, 37 °С до стационарной фазы роста. Культуру высевали на полноценную агаризованную среду без антибиотиков. Выросшие колонии анализировали на сохранение плазмидных маркеров.

Результаты и их обсуждение

С помощью общепринятой методики накопительных культур из природных источников выделено 335 штаммов факультативных метилотрофных бактерий. По совокупности физиолого-биохимических свойств, согласно определителю Bergey's и Stanier et al. [3, 4], выделенные бактериальные штаммы отнесены к роду *Pseudomonas*. При анализе антибиотикорезистентности изолированных культур не было выявлено ни одного штамма, чувствительного одновременно ко всем используемым препаратам. Большинство бактериальных штаммов характеризовалось устойчивостью к ампициллину, сульфаниламиду, эритромицину, стрептомицину и хлорамфениколу (табл. 2), что характерно в целом для бактерий рода *Pseudomonas* [5]. Уровни устойчивости к ампициллину и сульфаниламиду в большинстве случаев довольно высоки (500—1000 мкг/мл), в то время как устойчивость к аминогликозидным антибиотикам (мономицин, канамицин, неомицин) не превышала 50—100 мкг/мл. Для остальных лекарственных препаратов уровни устойчивости варьировались от 25 до 2000 мкг/мл. Таким образом, преобладание среди бактериальных штаммов *Pseudomonas* полирезистентных вариантов, характеризующихся достаточно высокими уровнями устойчивости, дает основание предполагать наличие в клетках этих бактерий плазмид R-типа.

**Антибиотикорезистентность
факультативных метилотрофных *Pseudomonas***

Антибиотик	Количество устойчивых штаммов	Антибиотик	Количество устойчивых штаммов
Ампициллин	284	Налидиксовая кислота	187
Сульфаниламид	259	Тетрациклин	162
Эритромицин	253	Монмицин	156
Стрептомицин	243	Канамицин	55
Хлорамфеникол	217	Неомицин	55

Таблица 3

**Молекулярные массы плазмид
факультативных метилотрофных
бактерий *Pseudomonas***

Молекулярная масса (Md)	Число штаммов, содержащих данные плазмиды
6,4	3
9,2	3
27	7
36	5
50	16
90	3

Таблица 4

**Частота образования ΔТс-вариантов
при переносе плазмиды рМЗ из
Pseudomonas sp. М
в гетерологические клетки**

Реципиент	Частота переноса плазмиды рМЗ	Частота образования ΔТс-вариантов, %
<i>E. coli</i> C600	$1,8 \cdot 10^{-6}$	3
<i>E. chrysanthemi</i> ENA49	$4,6 \cdot 10^{-6}$	4
<i>Pseudomonas</i> sp. 7/1	$1,9 \cdot 10^{-4}$	2

Поиск плазмид осуществлялся методом электрофореза в агарозном геле. Анализу подвергали бактерии всех выделенных штаммов *Pseudomonas*. В результате проведенных экспериментов обнаружены плазмиды в клетках 68 штаммов, при этом у ряда из них (31 штамм) зарегистрировано совместное наследование трех и более плазмид с молекулярной массой от 2,3 до 105 Md. Клетки 37 штаммов содержали одну плазмиду, причем значительная часть представителей этой группы наследовала плазмиду молекулярной массы 50 Md (табл. 3). Плазмиды подобной молекулярной массы (рМЗ, детерминирующая устойчивость к тетрациклину и стрептомицину) описана ранее у факультативного метилотрофа *Pseudomonas* sp. М [9]. При изучении антибиотикорезистентности бактерий, содержащих плазмиду этой молекулярной массы, включая *Pseudomonas* sp. М, установлено, что все они проявляют устойчивость к высоким концентрациям тетрациклина (600 мкг/мл) и стрептомицина (1000 мкг/мл), а также ампициллина (200 мкг/мл), сульфаниламида (500 мкг/мл), хлорамфеникола (100 мкг/мл), налидиксовой кислоты (100 мкг/мл), эритромицина (100 мкг/мл). Эти штаммы обладали также сходными физиолого-биохимическими свойствами. Из всех исследуемых бактерий (16 штаммов) в конъюгационных скрещиваниях с *E. coli* C600 (Km^r) с частотой $6,9 \cdot 10^{-5}$ — $1,9 \cdot 10^{-7}$ (в расчете на клетку донора) передаются детерминанты устойчивости к тетрациклину и стрептомицину, тогда как переноса остальных маркеров антибиотикорезистентности зарегистрировано не было. Следовательно, плазмиды этой молекулярной массы конъюгативны и детерминируют устойчивость к тетрациклину и стрептомицину аналогично плазмиде рМЗ. Дополнительным доказательством сходства обнаруженных плазмид явились результаты рестрикционного анализа. Число сайтов рестрикции для рестриктазы PstI, а так-

же размеры образующихся фрагментов у исследуемых плазмид идентичны таковым плазмиды рМЗ. Таким образом, плазида молекулярной массы 50 Md широко распространена среди факультативных метилотрофных бактерий *Pseudomonas*, выделенных из различных природных источников. В связи с этим дальнейшие исследования плазмид проводили на примере плазмиды рМЗ.

При изучении конъюгационных свойств плазмиды рМЗ установлено, что она передается в гетерологичные клетки: *E. coli*, *E. chrysanthemi* ENA 49, *Pseudomonas* sp. 7/1 с частотой 10^{-4} — 10^{-6} (табл. 4). В гомологичных системах скрещивания (*E. coli* × *E. coli*, *E. chrysanthemi* × *E. chrysanthemi*, *Pseudomonas* sp. 7/1 × *Pseudomonas* sp. 7/1) частота переноса плазмиды рМЗ достигала 10^{-1} — 10^{-2} в расчете на клетку донора.

Уровни устойчивости к тетрациклину и стрептомицину, детерминруемые плазмидой рМЗ, в клетках новых хозяев гораздо ниже, чем у бактерий исходного штамма (50 и 200 мкг/мл соответственно для *E. coli* и *Pseudomonas* sp. 7/1, а для *E. chrysanthemi* ENA 49 устойчивость к тетрациклину составляла 10 мкг/мл, к стрептомицину — 100 мкг/мл). В скрещиваниях при отборе трансконъюгантов по стрептомицину обнаружено образование тетрациклинчувствительных вариантов (см. табл. 4). При этом частота их образования не зависела от состояния *hcs*-системы донорских и реципиентных клеток (табл. 5). Электрофоретический анализ Tc^s клонов плазмиды рМЗ показал уменьшение ее молекулярной массы, что свидетельствует о делеционной природе утраты тетрациклиновой детерминанты (ΔTc).

Таблица 5

Частота образования ΔTc -вариантов плазмиды рМЗ
в зависимости от состояния *hcs*-системы
скрещиваемых бактерий

Донор	Реципиент	Частота переноса плазмиды рМЗ	Частота образования ΔTc -вариантов, %
<i>Pseudomonas</i> sp. М	<i>E. coli</i> C600 (<i>recA</i> ⁻)	$1,8 \cdot 10^{-6}$	3,0
<i>Pseudomonas</i> sp. М	<i>E. coli</i> DH1 (<i>recA</i> ¹)	$8,3 \cdot 10^{-6}$	1,0
<i>E. chrysanthemi</i> VY0528 (<i>recA</i> ⁻)	<i>E. coli</i> C600	$6,5 \cdot 10^{-4}$	0,5
<i>E. chrysanthemi</i> VY0525 (<i>recA</i> ¹)	<i>E. coli</i> C600	$1,9 \cdot 10^{-3}$	0,5

Исследования стабильности наследования плазмиды рМЗ в гетерологичных хозяевах показали, что плазида наследуется стабильно в клетках *Pseudomonas* sp. 7/1 независимо от условий выращивания (28, 37 °C). В то же время, как и в клетках *E. coli* и *E. chrysanthemi*, установлена зависимость стабильности наследования от температуры культивирования. Так, при 28 °C плазида рМЗ наследовалась стабильно, а при 37 °C наблюдалась 100 %-ная элиминация плазмидных маркеров. Причем элиминация плазмиды не связана с гибелью клеток, как это происходит в случае природной *ts*-плазмиды *Rts1* [10]. При выращивании бактерий *E. coli* C600/рМЗ и *E. chrysanthemi* ENA 49/рМЗ в неселективных условиях при температуре 37 °C в течение 24 ч происходит увеличение концентрации клеток (до 10^8 кл/мл), однако количество плазмидосодержащих вариантов при этом остается постоянным (не более 10^4 кл/мл) и соответствует первоначальному числу плазмидосодержащих бактерий в момент засева. Природные *ts*-плазмиды описаны у отдельных представителей семейства *Enterobacteriaceae* и относятся к H1, H2 и T группам несовместимости [11], однако эффект нестабильного наследования про-

является у этих плазмид только при 43 °С, тогда как при 37 °С они наследуются стабильно. В отличие от известных плазмид этого типа рМ3 проявляет температурную нестабильность в клетках Enterobacteriaceae уже при 37 °С, подобного рода плазмиды ранее описаны не были. Указанные особенности наследования плазмиды рМ3, а также высокая частота переноса в изогенных системах скрещивания обосновывают возможность ее использования для создания ts-векторов с целью введения транспозонов в клетки бактерий семейства Enterobacteriaceae.

Список литературы

1. Holloway B. // Proc. Vth Int. Symp. Genet. and Microbiol. Tokyo, 1983. P. 41.
2. Сборник методик по генетике микроорганизмов / Под ред. Р. Клауса, У. Хейса. М., 1970. С. 201.
3. Bergey's manual of determinative bacteriology, 8th ed. Baltimore, 1974. P. 112.
4. Stanier R., Palleroni N., Doudoroff M. // Journ. Gen. Microbiol. 1966. V. 43. P. 152.
5. Гриц Н. В., Максимова Н. П., Фомичев Ю. К. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1981. № 2. С. 27.
6. Eckhardt T. // Plasmid. 1978. V. 1. P. 584.
7. Birnboim H., Doly J. // Nucleic Acids Res. 1979. V. 7. P. 1513.
8. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976. С. 384.
9. Желдакова Р. А., Максимова Н. П., Кульба А. М., Фомичев Ю. К. // Молекул. генетика, микробиология и вирусология. 1985. № 1. С. 22.
10. DiJoseph C., Bayer M., Kaji A. // Journ. Bacteriol. 1973. V. 1. P. 399.
11. Smith By H., Parsell Z., Green P. // Journ. Gen. Microbiol. 1978. V. 109. P. 37.

УДК 577.391; 591.48

*Т. Н. ЗЫРЯНОВА, В. М. ЛАВРОВА, А. Т. ПИКУЛЕВ,
И. П. ХРИПЧЕНКО, И. А. КАНАПАЦКАЯ*

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОЛОВНОМ МОЗГУ КРЫС ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В современной медицинской практике расширяется физиотерапевтическое использование низкоинтенсивных лазеров различных длин волн, апробируются новые комбинации воздействий [1—3]. Параллельно с накоплением данных о морфологических изменениях в нервной системе возрастает количество исследований функционального состояния нервной системы при лазерном воздействии [4].

Об изменении функционального состояния нервной системы судили по активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ, КФ 3.1.1.7), играющей важную роль в обеспечении передачи нервного импульса в холинэргическом синапсе. Поскольку показано, что система ацетилхолин — холинэстераза наряду с нейромедиаторной функцией способна регулировать энергетический и белковый обмен [5, 6], нами параллельно изучена активность основных ферментов обмена глутаминовой кислоты: аспаратамино-трансферазы (АСТ, КФ 2.6.1.1) и глутаматдегидрогеназы (ГДГ, КФ 1.3.1.4) в головном мозгу крыс при низкоинтенсивном лазерном воздействии различных длин волн и их комбинации.

Материал и методика

Исследования проведены на рандомбредных конвенциональных белых крысах массой 150—200 г, находившихся перед опытом в постабсорбтивном состоянии. Источником излучения служил гелий-неоновый лазер (ЛГ-75, $\lambda = 632,8$ нм, выходная мощность 21 мВт) и ЛГ-126 ($\lambda = 1150$ нм, выходная мощность 21 мВт, режим непрерывный). Крыс фиксировали в станке и теменную область головы подвергали однократному локальному лазерному воздействию только красного (К) и инфракрасного (ИК) лазерного излучения (в обоих случаях экспозиция 20 мин) или их комбинации (К+ИК, ИК+К). При комбинированном воздействии животные облучались по 10 мин каждым видом излучения с интервалом 5 мин. Контролем служили фиксированные животные, не

подвергавшиеся лазерному облучению («ложное облучение»). Активность ферментов определяли: АХЭ по [7], АСТ и ГДГ по методикам, описанным ранее [8], и рассчитывали на 1 мг белка, который определяли по Лоури [9]. Полученные экспериментальные данные обработаны статистически.

Результаты и их обсуждение

Облучение красным и инфракрасным излучением отдельно повышало активность АХЭ, при этом наиболее значимо в митохондриях (на 29 %) при длине волны 632,8, а в ядерной фракции — 1150 нм. Исследования влияния на организм только красного или инфракрасного лазерного излучения дополнены экспериментами по изучению эффективности воздействия комбинации этих же длин волн. При комбинации и К+ИК, и ИК+К (рис. 1) получено статистически значимое увеличение активности АХЭ во всех исследуемых фракциях (от 30 до 120 %), причем в первом случае наиболее существенные изменения наблюдались в ядерной и митохондриальной фракциях, а во втором — в цитоплазматической. Анализ полученного экспериментального материала позволяет выявить синергизм отдельных видов излучения при их сочетанном воздействии. В результате происходят изменения в функциональном состоянии холинэргического звена парасимпатической нервной системы. Если это так, то может изменяться и активность ферментов обмена глутаминовой кислоты.

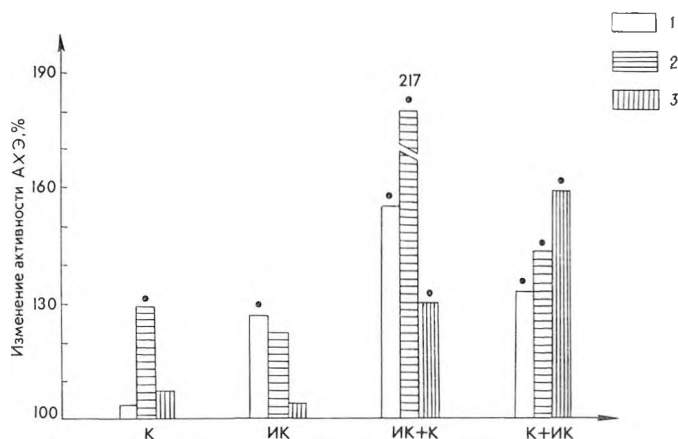


Рис. 1. Изменение активности АХЭ в субклеточных фракциях мозга крыс при воздействии лазерного излучения различных длин волн и их комбинации:

1 — ядерная, 2 — митохондриальная, 3 — цитоплазматическая фракции. — достоверные изменения ($P < 0,05$)

При изучении зависимости активности исследуемых ферментов обмена глутаминовой кислоты от вида воздействующего низкоэнергетического лазерного излучения (рис. 2) выявлены разнонаправленные изменения скоростей реакций трансаминирования, синтеза и дезаминирования глутаминовой кислоты. Лазерное излучение красной области спектра вызывает статистически значимую активацию дезаминирующей ГДГ и митохондриального изофермента АСТ, в этих же условиях эксперимента наблюдается достоверное ингибирование ц — АСТ и НАДН — ГДГ. При облучении животных инфракрасным излучением повышение активности ц — АСТ составило 25, снижение НАДН — ГДГ — 17 %. Комбинированное воздействие при варианте К+ИК приводило к таким же изменениям активности изоферментов АСТ, как и при воздействии только ИК излучения, причем скорость реакции трансаминирования в митохондриях достоверно угнеталась на 15 %. В случае ИК+К интенсивность процессов трансаминирования, катализируемого изоферментами АСТ, имела ту же

направленность, что и при воздействии лазерного излучения только красной области спектра, однако степень выраженности была иной. При обоих вариантах используемых комбинаций скорость синтеза и дезаминирования ГК соответствовала интенсивности этих процессов при воздействии только ИК излучения.

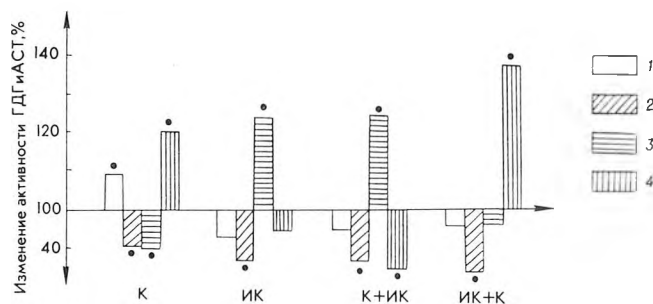


Рис. 2. Изменение активности ГДГ и АСТ в мозгу крыс при воздействии лазерного излучения различных длин волн и их комбинации:
 1 — НАД⁺ — ГДГ; 2 — НАДН — ГДГ; 3 — ц — АСТ; 4 — м — АСТ.
 (Остальные обозначения те же, что на рис. 1.)

Анализируя экспериментальный материал, можно заключить, что при различных вариантах комбинированного воздействия (К+ИК, ИК+К) излучений изменения активности м — АСТ и НАДН — ГДГ аналогичны тем, что дает последний воздействующий фактор. Применение комбинаций красного и инфракрасного лазерного излучения в различных последовательностях не выявило каких-либо существенных отличий изучаемых параметров по сравнению с воздействием излучения только одной длины волны.

В ответной реакции биологических систем на низкоинтенсивное лазерное воздействие, согласно современным представлениям, принимают участие несколько механизмов [10]. Обнаруженные нами изменения в активности исследуемых ферментных систем мозга крыс могут быть обусловлены прямым действием лазерного излучения красной и инфракрасной областей спектра, связанного с возникновением колебательно-возбужденных состояний отдельных атомных групп макромолекул [10], приводящих к конформационным изменениям мембранных образований клеток. С другой стороны, в облученном организме создаются условия для формирования неспецифических реакций. В литературе имеются данные, свидетельствующие об изменении гормонального и медиаторного фона [11, 12], усилении аэробных окислительных процессов [13], изменении антиоксидантной защиты [14] в органах и тканях при воздействии на животный организм красного и инфракрасного лазерного излучения, что ведет к изменению физико-химических свойств мембран, нарушению компартментализации. Весь этот комплекс изменений необходимо учитывать при трактовке обнаруженных нами сдвигов активности исследуемых ферментов обмена глутаминовой кислоты в условиях лазерного облучения. Полученные нами данные по изменению активности АХЭ свидетельствуют и о реакции нервной системы на лазерное воздействие. Более того, обнаруженный нами синергизм при комбинированном воздействии позволяет говорить о большой чувствительности к лазерному воздействию системы ацетилхолин — холинэстераза по сравнению с исследованными реакциями обмена глутаминовой кислоты.

Список литературы

1. Синев Ю. В., Керин В. В., Гавриленко Л. В. // Клинич. мед. 1985. Т. 63. № 9. С. 82.
2. Крюк А. С., Мостовников В. А., Хохлов И. В., Сердючен-

ко Н. С. Терапевтическая эффективность низконтентсивного лазерного излучения. Минск, 1986.

3. Богуш Н. А., Мостовников В. А., Пикулев А. Т., Хохлов И. В. // Докл. АН БССР. 1984. № 10. С. 951.

4. Русаков Д. А., Клеринг П. Г. // Радиобиология. 1988. Т. 28. № 1. С. 130.

5. Глебов Р. Н., Крыжановский Г. Н. // Функциональная биохимия синапсов. М., 1978. Ч. 3. С. 196.

6. Пикулев А. Т., Дисько Н. А., Черногузов В. М. // Восьмая все-союз. конференц. по биохимии нервной системы: Тез. докл. 1980. С. 190.

7. Hestrin S. // Journ. Biol. Chem. 1949. V. 180. № 1. P. 249.

8. Пикулев А. Т., Джугурян Н. А., Зырянова Т. Н. и др. // Радиобиология. 1984. Т. 34. № 5. С. 29.

9. Lowry O. H., Rosenbrough N. I., Farr A. L., Randal K. I. // Journ. Biol. Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265.

10. Девятков Н. Д., Зубкова С. М., Лапрун И. Б., Макаева Н. С. // Успехи современ. биол. 1987. Т. 103. № 1. С. 31.

11. Пронченкова Г. Ф. // Патофизиология инфекционного процесса и аллергии. Саратов, 1981. С. 90.

12. Пикулев А. Т., Зырянова Т. Н., Лаврова В. М. // Нейрохимия. 1984. Т. 3. № 2. С. 216.

13. Кашуба В. А., Трусова Н. Ф., Лаврова Э. Н. // Вопр. мед. хим. 1988. № 2. С. 29.

14. Трусова Н. Ф., Кашуба В. А. // Пат. физиол. 1987. № 1. С. 16.

УДК 661.728

*Ф. Н. КАПУЦКИЙ, В. И. ТАЛАПИН,
В. А. СТЕЛЬМАХ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ,
Н. В. ГОЛУБ, Л. В. ШЕБЕКО, В. В. БОЛЬШОВ*

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕМОСТАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОНО- И АМИНОКАРБОКСИЛЦЕЛЛЮЛОЗ

Водорастворимые лекарственные препараты на основе целлюлозы, окисленной оксидом азота (IV), — монокарбоксилцеллюлозы (МКЦ) — являются универсальными гемостатиками [1], одинаково эффективными при нормальном и патологическом состоянии свертывающей системы крови [2], что предопределило их успешное использование для остановки кровотечений во время операций на различных органах и тканях. Физико-химические и биологические свойства МКЦ, кроме того, позволяют использовать ее для создания полимерлекарственных комплексов с пролонгированным гемостатическим, антимикробным, антигипотензивным, гипотензивным или обезболивающим действием [3, 4]. Этерификацией целлюлозы диэтилэпоксипропиламином с последующим окислением оксидом азота (IV) получена аминокарбоксилцеллюлоза (АКЦ) — амфолит, способный связывать лекарственные средства как основного, так и кислотного характера [5]. Универсальность этого носителя делает его перспективным для создания широкого круга фармакологических препаратов пролонгированного действия.

С целью выяснения возможности использования АКЦ в составе местных гемостатиков изучены ее гемостатические свойства и сопоставлены с кровоостанавливающим действием МКЦ.

Экспериментальная часть

МКЦ с различным содержанием карбоксильных групп готовили окислением целлюлозы в виде трикотажного полотна 20—40 %-ными растворами оксида азота (IV) в четыреххлористом углероде в течение 24 ч при температуре 19—21 °С. Для получения АКЦ целлюлозу предварительно активировали водными растворами гидроксида натрия и этерифицировали диэтилэпоксипропиламином (ДЭЭПА) в течение 6 ч при 70 °С. Варьирование содержания аминок групп в получаемой таким образом диэтиламиноэпоксипропилцеллюлозе (ДЭАОПЦ) осуществляли изменением концентрации NaOH в активирующем растворе. Последующее окисление ДЭАОПЦ 40 %-ным раствором оксида азота (IV) в четыреххлористом углероде при тех же условиях, что и при получении МКЦ, приводило к

Функциональный состав образцов МКЦ и АКЦ

Образец	Содержание групп, мг-экв/г	
	карбоксильных	аминных
МКЦ	2,0	—
МКЦ	3,3	—
МКЦ	4,2	—
АКЦ	1,5	1,5
АКЦ	2,5	0,7

образованию целлюлозного амфолита — АКЦ, — содержащего два типа функциональных групп. Соотношение amino- и карбоксильных групп в АКЦ при этом зависело от степени ее этерификации ДЭЭПА. (Характеристики исследованных препаратов МКЦ и АКЦ приведены в таблице.)

Для перевода МКЦ и АКЦ в Na-форму их растворяли в водных растворах гидроксида натрия, количество которого (P , г) рассчитывали по формуле: $P = OE \cdot g \cdot 40/1000$, где OE — содержание карбоксильных групп в МКЦ и АКЦ, мг-экв/г; g — количество

целлюлозного образца, г, с последующим доведением pH раствора до 7,1—7,4. Раствор Na-формы АКЦ получали аналогично.

Полноту перевода карбоксильных групп МКЦ и АКЦ в Na-форму контролировали ИК спектроскопически, для чего Na-МКЦ и Na-АКЦ высаждали из раствора ацетоном. На ИК спектрах полученной таким путем Na-МКЦ практически полностью исчезала полоса поглощения 1730 см^{-1} симметричных валентных колебаний карбоксильной группы и значительно увеличивалась интенсивность полос поглощения 1610 и 1430 см^{-1} симметричного и асимметричного валентных колебаний кар-

боксилат-иона $\left[\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{=O} \end{array} \right]^-$, что свидетельствовало о практически полном

переходе COOH-групп в натриевую форму. Интерпретация ИК спектров Na-АКЦ была более сложной, что обусловлено участием карбоксильных групп АКЦ во внутреннем солеобразовании. Однако изменение интенсивностей указанных полос поглощения также свидетельствует об образовании Na-АКЦ.

Медико-биологический эксперимент осуществлен на 164 рандомбредных белых крысах массой 220—240 г и 36 морских свинках массой 430—450 г, которых содержали на обычном рационе вивария. Гемостатическую способность салфеток из МКЦ и АКЦ изучали в условиях кровотечения различной силы и локализации, которые моделировали на наркотизированных гексеналом (60—80 мг/кг, внутривенно) животных. Моделью поверхностного наружного (капиллярного) кровотечения служила нанесенная острым скальпелем линейная рана кожи и подкожной клетчатки межлопаточной области (1,5—2,0 см). Исследование гемостаза при глубоком наружном кровотечении с кровозлиянием из артериюл и венул осуществляли при ампутации части хвоста белых крыс (строго 0,5 см), а кровоостанавливающую активность АКЦ и МКЦ в условиях паренхиматозного кровотечения изучали на модели печеночного кровотечения при гепатотомии (площадь геморрагической поверхности 50—70 мм²). В рану вводили салфетки из экспериментальных модификаций окисленной целлюлозы и визуально определяли скорость наступления гемостаза. В каждой серии модельных опытов использовано по 7—12 животных. Для уточнения сравнительных гемостатических характеристик МКЦ и АКЦ изучена кровоостанавливающая активность растворов их натриевых солей на модели печеночного кровотечения [6]. При этом на раневую поверхность (40—50 мм²) печени крыс наносили растворы исследуемых препаратов в объеме 0,1—0,2 мл. Контролем служил 0,85 %-ный раствор NaCl. Скорость остановки кровотечения контролировали накладыванием каждые 2—3 с кусочков фильтровальной бумаги. Момент остановки кровотечения считали время (с) начала формирования на раневой поверхности кровяного сгустка, прилипающего к фильтровальной бумаге, с небольшим количеством или полным отсутствием жидкой

крови. Рассчитывали условные гемостатические единицы (ГЕ) растворов (отношение времени наступления гемостаза в контроле к времени наступления гемостаза в опыте). Результаты экспериментов обработаны статистически [7].

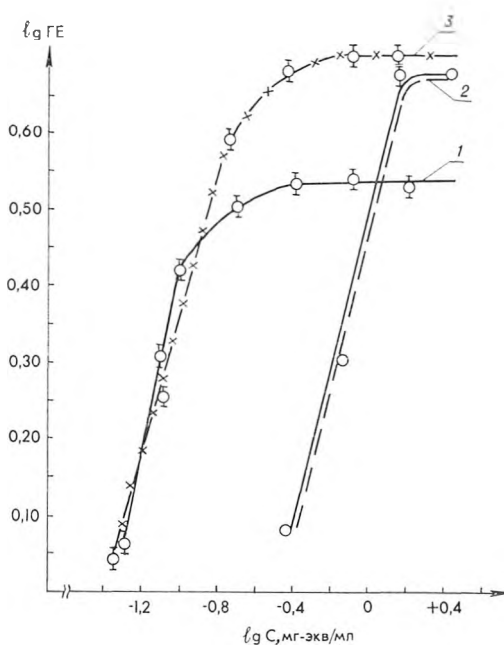
Результаты и их обсуждение

МКЦ обладает выраженными гемостатическими свойствами при поверхностных (капиллярных), глубоких наружных и паренхиматозных кровотечениях. Салфетки из МКЦ, содержащие более 9 масс. % (2,0 мг-экв/г) COOH -групп, купируют модельное кровотечение в течение 1,5—2,0 мин. При этом МКЦ в местах контакта с кровью приобретает темно-коричневый цвет, разволакивается и покрывает геморрагическую поверхность темной пленкой, которая препятствует развитию повторных кровотечений.

Салфетки АКЦ с содержанием амино- и COOH -групп 1,5 мг-экв/г практически не способны осуществлять гемостаз при кровотечениях из капилляров, хвостовых венул и артериол. В течение 4 ч нахождения в ране эти образцы АКЦ не изменяют свой цвет и фактуру, однако в условиях паренхиматозного кровотечения в местах соприкосновения с кровью незначительно темнеют и, слегка разволакиваясь, покрывают кровоточащую поверхность темной пленкой, что способствует достаточно быстрому (в течение 5—7 мин) образованию тромба. Имплантация на раневую поверхность салфеток АКЦ с содержанием амино- и карбоксильных групп 0,7 и 2,5 мг-экв/г соответственно приводит к интенсивному потемнению их в местах контакта с изливающейся кровью. В условиях капиллярного, паренхиматозного и глубокого поверхностного кровотечений гемостаз наступает в течение 1,0—2,0 мин, при этом не наблюдается просачивания жидкой крови через АКЦ, а на раневой поверхности образуется пленка черного цвета, препятствующая развитию повторных кровотечений.

Таким образом, гемостатическое действие АКЦ зависит от содержания в ней карбоксильных групп, причем АКЦ, содержащая более 9 масс. % (2,0 мг-экв/г) COOH -групп, при кровотечениях различной силы и локализации характеризуется выраженным гемостатическим действием, сопоставимым с кровоостанавливающей активностью МКЦ.

Экспериментально установлено, что изученные модификации целлюлозы обладают гемостатической активностью не только в виде салфеток, но и в виде коллоидных растворов их натриевых солей. При этом наблюдается строгая корреляция между гемостатическим действием Na-MKЦ и Na-AKЦ и количеством в их растворах карбоксильных групп. (Содержание карбоксильных групп в растворах Na-MKЦ и Na-AKЦ рассчитывалось по величине их обменной емкости). Так, статистически достоверное проявление гемостатической активности раствора Na-MKЦ происходит при содержании в нем COOH -групп 0,075 мг-экв/г (продолжительность кровотечения у контрольных крыс $289,3 \pm 18,5$, опытных — $142,5 \pm$



Зависимость гемостатической активности растворов Na-MKЦ (1), Na-AKЦ (2) и Ca-AKЦ (3) от содержания в них карбоксильных групп

$\pm 12,7$ с, $p \geq 0,001$), а растворов Na-AKЦ — 0,7 мг-экв/мл (контроль $201,7 \pm 29,9$, опыт — $101,5 \pm 24,0$ с, $p \geq 0,05$), т. е. в условиях эксперимента гемостатическое действие растворов Na-MKЦ более чем в девять раз превышает кровоостанавливающую активность растворов Na-AKЦ.

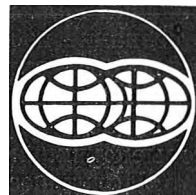
Следует отметить, что растворы Na-MKЦ с содержанием COOH-групп 0,05—0,1 и Na-AKЦ — от 0,35 до 1,4 мг-экв/мл обладают гемостатической активностью, пропорционально усиливающейся с ростом количества карбоксильных групп. Данная зависимость при линеаризации в логарифмических координатах имеет линейную форму, анализ которой указывает на принципиальное сходство в механизмах развития гемостатического эффекта МКЦ и АКЦ (см. рисунок). Дальнейшее повышение содержания COOH-групп в растворах Na-MKЦ и Na-AKЦ приводит к стабилизации гемостатического эффекта, т. е. существует определенный предел активности. Причем сила гемостатического действия Na-AKЦ в условиях стабилизированной активности превосходит аналогичный эффект Na-MKЦ.

Экспериментально установленная зависимость проявления силы гемостаза от содержания карбоксильных групп в салфетках или растворах АКЦ позволяет предполагать, что в основе механизмов гемостатического действия этого амфолита лежат ионообменные реакции COOH-групп с факторами, регулируемыми процессы свертывания крови, в первую очередь с ионами кальция. Раствор кальциевой соли АКЦ (Ca-AKЦ) уже с содержанием 0,088 мг-экв/мл COOH-групп обладает выраженной способностью купировать модельное паренхиматозное кровотечение у белых крыс (время остановки кровотечения в контроле $201,7 \pm 29,9$, в опыте — $112,2 \pm 13,8$ с, $p \geq 0,05$). Линеаризованная зависимость проявления силы гемостатического действия раствора Ca-AKЦ от содержания карбоксильных групп принципиально не отличается от конфигурации такой зависимости для растворов Na-MKЦ и Na-AKЦ. При этом гемостатическая способность Ca-AKЦ резко превышает аналогичный эффект Na-AKЦ и близка по активности Na-MKЦ.

Таким образом, АКЦ обладает зависимым от количества COOH-групп гемостатическим действием, менее выраженным, чем кровоостанавливающая активность МКЦ. Различие в гемостатических эффектах АКЦ и МКЦ можно нивелировать включением в состав амфолита ионов кальция.

Список литературы

1. Даурова Т. Т., Андреев С. Д., Кассин В. Ю. // Клиническая хирургия. 1981. № 1. С. 5.
2. Кукель А. С., Соронова Г. З. // Проблемы гематологии. 1959. № 4. С. 53.
3. Талапин В. И., Алиновская В. А., Кондратенко Г. Г., Шебеко Л. В., Стельмах В. А., Лукашевич Н. А. // Синтетические полимеры медицинского назначения: Тез. докл. VII Всесоюз. симпозиума. Минск, 1985. С. 93.
4. Патент Великобритании № 2125699, 1986.
5. Голуб Н. В., Юркштович Т. Л., Капуцкий Ф. Н. // Коллоид. журн. 1986. № 5. С. 1009.
6. Голуб Н. В., Юркштович Т. Л., Капуцкий Ф. Н. // Журн. приклад. хим. 1988. № 6. С. 1338.
7. Гацура В. В. Методы первичного фармакологического исследования биологически активных веществ. М., 1974. С. 145.
8. Бельский М. Н. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Рига, 1959. С. 115.



УДК 911.3

А. С. ПЕРЕПЕЧКО

КОНЦЕПЦИЯ РЕГИОНАЛИЗМА В ЗАПАДНОЙ ЭЛЕКТОРАЛЬНОЙ ГЕОГРАФИИ

Процесс территориальной социализации, региональные политические субкультуры и секционизм в голосовании часто объявляются западными политико-географами причинами, оказывающими основное воздействие на географию влияния партий. В основе этих политико-географических проявлений политической социализации и политической культуры лежит регионализм, определяемый в советской литературе как сходство социальных стереотипов и установок относительно важности ключевых социально-политических проблем, специфические сочетания интересов в этой области, реализуемых правящими кругами путем формирования массового регионального самосознания [1]. Такой подход западных политико-географов на практике приводит к приуменьшению определяющего в конечном итоге воздействия особенностей экономического базиса и связанной с ним социально-классовой структуры избирательного корпуса на географию влияния партий.

В политической географии на Западе понятие «территориальная социализация» связывается с процессами познания индивидуумом его «политического пространства» на различных этапах жизнедеятельности. Этот термин используется для обозначения процесса, посредством которого индивидуумы «обретают тождество с их политической территорией (государство, регион)» [2]. Среди факторов, влияющих на территориальную социализацию людей, называют общественный строй и форму правления, воспитательный процесс, образование, средства массовой информации. Лояльность к существующей общественной системе обеспечивается правящими партийно-политическими силами с помощью системы символов, действующих как информация, стимулирующая привязанность избирателя к государственной территории. Видный западный географ Ж. Готтман употребил слово «иконография» для обозначения системы символов, связанных с определенной «политической территорией» [3, 4]. Столица государства, национальный флаг и т. п. — символы, олицетворяющие пространственные связи между электоратом и правительством страны.

В широком смысле слова речь идет о «территориальной идеологии», выполняющей роль социального регулятора в обществе [5]. Территориальная социализация и иконографическая символика в электорально-географических работах западных ученых имеют выраженный идеологический контекст. Подчеркивается «привязанность» избирателей к государственной территории, к политико- и административно-территориальным единицам, историческим областям, в которых они живут, что способствует усилению позитивного отношения электората к существующей политической системе.

Территориальной социализации принадлежит важная роль в формировании политических предпочтений электората при помощи внедрения в сознание избирателей норм политической культуры. Политическая культура буржуазного общества внутренне неоднородна. С точки зрения марксизма, не существует политической культуры без классового характера, поскольку каждая модель политической культуры выполняет классовые функции. Это главный критерий выделения политических субкультур. Политические субкультуры могут быть приурочены также к отдельным регионам и отражать их специфику. Региональная политическая субкультура — зафиксированная в политическом сознании территориальных групп избирателей «память» либо о прошлых национальных различиях, размытых в ходе исторического развития, либо о длительных и глубоких различиях в социально-экономическом положении населения определенного региона, реализуемая в специфической модели электорального поведения.

Потери левыми партиями голосов избирателей с низкими доходами и «улавливание» этих голосов правыми партиями в период, предшествовавший глубоким изменениям в социальной структуре населения развитых капиталистических стран под влиянием структурно-пространственной перестройки и интернационализации капитала, ряд западных ученых [см. например, 6] связывают с тем фактом, что значительная часть этой категории избирателей проживала в экономически менее развитых регионах со слабо развитой промышленностью, низким динамизмом социальной структуры, незначительными миграционными потоками. Среди причин, влияющих на политические предпочтения избирателей в отсталых в экономическом и культурном отношении районах, обычно называют следующие: 1) крайняя бедность, препятствующая эффективной организации наиболее обездоленных социальных слоев; 2) безграмотность и невежество, затрудняющие восприятие средств массовой информации, политических программ, формулирование требований; 3) исключительная зависимость от местной элиты; 4) статичность социальной структуры, сохраняющей черты докапиталистических отношений; 5) сильный клерикализм, способствующий сохранению статус-кво. Такие регионы выделяют в Италии (Юг), Норвегии (Запад) и некоторых других развитых капиталистических странах.

В западной электоральной географии широко известны исследования региональных политических субкультур США, проведенные американским географом Д. Элазаром [7—9]. Как считает Д. Элазар, политическая культура современного американского общества сложилась в результате трех различных миграционных потоков и представляет собой синтез трех региональных субкультур: «индивидуалиста», «моралиста» и «традиционалиста». Носители «культуры моралиста» — янки (американцы — жители Новой Англии). Впоследствии поселенцы из Новой Англии мигрировали в северные и северо-западные штаты, и «моралистическая» культура утвердилась в этих обширнейших районах. В «культуре моралиста» преобладает представление о том, что гражданин должен активно участвовать в общественной жизни, ориентироваться в своем поведении на общественно значимые цели, что человеческое общежитие следует строго регулировать по религиозным правилам. «Культура индивидуалиста» в ее наиболее характерных проявлениях присуща всем американцам, хотя и выделяются районы ее явного преобладания. В этих регионах превыше всего ставятся частные интересы, политика считается таким же бизнесом, как и любой другой. «Культура традиционалиста» опирается на традиции сословного сегрегированного общества времен рабовладения, где каждому сословию как бы предопределена своя социальная роль, причем элита считает политику только своей компетенцией.

Политическая культура современного американского общества представлена Д. Элазаром на карте в виде трех ареалов, в каждом из которых преобладает «культура моралиста», «индивидуалиста» или «тради-

ционалиста» (см. рисунок). Американский географ пытается вывести степень межпартийного соперничества на уровне штатов из типологии региональных политических субкультур. Наиболее очевидно такая связь прослеживается в тех штатах, где превалирует «культура традиционалиста» (здесь преобладает влияние демократической партии).



Региональные политические субкультуры и соперничество между партиями в США (1966):

1 — большинство избирателей голосовало за кандидата демократа, 2 — за кандидата республиканца, 3 — за кандидата демократа и республиканца голосовало примерно одинаковое число избирателей, Т — преобладание «субкультуры традиционалиста», М — «моралиста», И — «индивидуалиста». Строчная буква указывает на второстепенную субкультуру в штате

Благодаря историзму, богатому эмпирическому материалу, опоре на скрупулезные статистические изыскания в исследованиях Д. Элазаром региональных политических субкультур США немало верно подмеченных черт подоплеку политической жизни страны, которые тщательно учитываются в практике предвыборной борьбы [10, 11]. Кандидаты в президенты США гибко перестраивают тон своих речей, переезжая в ходе предвыборной кампании из района в район. Встречаясь с избирателями штатов, где преобладает «культура моралиста», ставят акцент на проблемах, связанных с удовлетворением ряда нужд населения: строительство новых школ, расширение самоуправления, активизация деятельности женских организаций. В штатах, где сильна «культура индивидуалиста», кандидат в президенты делает упор в своих выступлениях на расширение частной инициативы, в районах преобладания «культуры традиционалиста» особое внимание уделяет установлению личных контактов с местной элитой, лидерами кланов, апеллирует к шовинизму обывателя.

Положительные стороны электорально-географических работ, где изучаются пространственные корреляции между региональными политическими субкультурами и географией влияния партий, сильно обесцениваются по ряду причин. Как правило, отрицается классовый характер политической культуры буржуазного общества. Регионализму в политической культуре придается значение, превалирующее над всеми остальными ее характеристиками [12]. Это приводит к абсолютизации региональных политических субкультур как фактора, определяющего географию влияния партий, к недооценке динамики партийно-политической борьбы, к затуханию механизма соперничества за власть между различными региональными группами монополистической буржуазии. В результате региональная политическая субкультура превращается в средство манипулирования политическими предпочтениями электората, «заземления» политической борьбы, интернациональные классовые ин-

тересы подменяются мнимыми «общими» региональными. Кроме того, воздействие региональных политических субкультур на географию влияния партий имеет тенденцию сокращаться, социально-экономических — возрастать.

Главным фактором устойчивых отклонений электорального поведения значительных территориальных групп избирателей от общенациональной модели политических предпочтений ряд западных географов называет субкультуры национальных меньшинств. Отличие этих субкультур от политической культуры общества в целом действительно возрастает тогда, когда соответствующее меньшинство подвергается дискриминации и в национальном, и в социальном отношении. В таких случаях субкультура национального меньшинства выступает на выборах как секционизм в голосовании. Секционизм в голосовании проявляется в стабильно высокой доле голосов компактно проживающего дискриминируемого меньшинства за кандидатов регионалистской, автономистской или сепаратистской партии. Он зачастую не зависит от официального политико- или административно-территориального деления страны, но тесно связан с ареалом проживания этнического, религиозного или культурного меньшинства, интересы которого существенно отличаются от таковых составляющей в государстве большинство нации. Политически такие меньшинства не полностью интегрированы в общенациональную политическую систему, что порождает условия для образования автономистской или сепаратистской партии: секционизм способен перерасти в национализм [13, 14].

На выборах в региональные советы в Шотландии в мае 1986 г. за Шотландскую национальную партию (ШНП) проголосовало 18 % принявших участие в голосовании * [15, 16]. В результате ШНП стала второй по влиянию партией в Шотландии. Опрос общественного мнения показал, что 34 % избирателей, принявших участие в выборах, поддерживали главную цель ШНП — требование политической независимости для Шотландии — и 46 % высказывались за законодательный орган, наделенный большими полномочиями принимать решения в экономической области. Секционизм в голосовании за ШНП отражает автономистские и сепаратистские настроения значительной части шотландских избирателей, особенно сельских, усилившиеся в последнее время в связи с требованиями справедливого раздела рентных отчислений за пользование ресурсами континентального шельфа (имеются в виду разработки нефти и газа). Отчисления государству поступают в казну Великобритании, в то время как Шотландия, за исключением «нефтяных центров», в первую очередь Абердина, остается социально обделяемым районом.

Исследования западных географов по изучению секционизма в голосовании чаще всего сугубо прагматичны по своим целям. Они выполняют социальный заказ правящих кругов тех капиталистических государств, где этноконфессиональные меньшинства, проживающие компактно, в приграничных районах, подвергаются притеснениям со стороны центральных властей. Показатели секционизма в голосовании являются важным индикатором центробежных тенденций населения периферийных районов страны.

Игнорируется, как правило, тот факт, что субкультура национального меньшинства, проявляющаяся на выборах как секционизм в голосовании, всегда в концентрированной форме выражает классовые интересы. Те её аспекты, в которых выражаются взгляды исторически отживших классов, играют реакционную роль. И напротив, связанные с идеологией передовых классов, являются прогрессивными. Субкультуры национальных меньшинств существенно корректируют расстановку партийно-политических сил: в одних случаях как исторический тормоз, в других — как мощный ускоритель. Без классового подхода к субкультуре националь-

* За пределами Шотландии ШНП фактически не имеет влияния.

ного меньшинства исследования секционизма в голосовании значительно обесцениваются.

Подходы западных географов к изучению воздействия территориальной социализации, региональных политических субкультур, секционизма в голосовании на географию влияния партий служат упрочению буржуазно-парламентарных режимов в капиталистических государствах. Выводы таких электорально-географических исследований используются правящими партиями в пропагандистских целях для усиления своего влияния в представительных учреждениях.

Список литературы

1. Колосов В. А. Политическая география: Проблемы и методы. Л., 1988. С. 143.
2. Muir R., Paddison R. Politics, geography and behaviour. London, 1981. P. 38.
3. Gottmann J. // World Politics. 1951. V. III. № 2. P. 153.
4. Gottmann J. La politique des Etats et leur geographie. Paris, 1952. P. 157.
5. Claval P. // Political geography: Recent advances and future directions. London, 1984. P. 8.
6. Lipset S. M. L'homme et la politique. Paris, 1970. P. 273.
7. Elazar D. J. American federalism: A view from the states. New York, 1966. P. 250.
8. Elazar D. J. // The ecology of American political culture: Readings. New York, 1975. P. 13.
9. Patterson S. C. Ibid. P. 51.
10. Очерки об американских штатах. Введение // США: экономика, политика, идеология. 1987. № 2. С. 113.
11. Смирнягин Л. В. // Проблемы американистики. М., 1983. Вып. 2. С. 250.
12. Перепечко А. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 3. С. 70.
13. Lipset S. M. Political man: The social bases of politics. Baltimore, 1981. P. 231.
14. Seiler D.-L. Les partis autonomistes. Paris, 1982.
15. Scottish nationalists // The Economist. 1986. V. 299. № 7448. P. 22.
16. Small earthquake in the towns halls. Ibid. № 7446. P. 33.

УДК 338 : 91(С)

И. В. ЗАГОРЕЦ

ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Научно-технический прогресс вызвал коренные преобразования всех составляющих производительных сил общества: средств и предметов труда, рабочей силы. Повышение конкурентоспособности мелких, передовых в техническом отношении предприятий благодаря их большей мобильности и высокому уровню специализации в наиболее развитых странах привело к децентрации производства в ряде отраслей экономики. Одновременно в мире обострились экологические проблемы, особенно в крупнейших городах и промышленных центрах. В результате, начиная с 70-х годов, во многих странах наметился процесс децентрализации, т. е. более равномерного распределения населения по территории. Так, в США население сельских районов и небольших городов увеличивалось гораздо быстрее, чем метрополитенских территорий: на 15,8 и 9,8 соответственно [1]. С 1961 по 1987 г. население Большого Лондона (столицы с ближайшими пригородами) уменьшилось на 1,23 млн чел., или на 15 % [2]. Одновременно в Великобритании наблюдался быстрый рост занятости в мелких городах при значительном ее сокращении в крупных [3]. Подобные тенденции наблюдаются во Франции [4], Японии [5] и ряде социалистических стран, в первую очередь ЧССР, ГДР, ВНР [6].

В нашей стране, где малые городские поселения составляют подавляющее большинство, назрела необходимость их преимущественного развития при сдерживании роста крупных. За последние пятилетки в малых были построены новые предприятия, создана сеть филиалов. Из намеченных в БССР к новому строительству 65 предприятий 52 будут размещены в малых городских поселениях. Это позволит поднять их эконо-

мический потенциал, полнее использовать трудовые ресурсы. Следует отметить, что темпы прироста производственных мощностей в малых городах отстают от темпов роста в крупных. Долгие годы поощрялась практика, когда старое, морально устаревшее оборудование с головного предприятия отправлялось в филиалы, что вело к снижению производительности труда. В 1987 г. малые городские поселения БССР производили только 17,2 % промышленной продукции, что ниже их доли в общем количестве занятых в промышленности городов (18,9 %) и численности городского населения (25,4 %). В 80-е годы произошло снижение их доли по всем трем показателям в среднем на 2 % [7].

Проблемы, с которыми сталкиваются в своем развитии малые городские поселения, многообразны, условно их можно подразделить на объективные и субъективные. К объективным относятся узость выбора мест приложения труда, ограниченные возможности продолжения образования и получения профессии по месту жительства, отсутствие разнообразия предлагаемых услуг и возможностей проведения досуга. Эти проблемы решить трудно, они могут быть компенсированы преимуществами жизни в малых городах — чистым воздухом, близостью к природе, спокойным ритмом жизни и др.

Субъективные трудности обусловлены прежде всего существующей системой экономических стимулов, способствующих созданию благоприятных условий жизни жителям не всех, а только крупных городов.

Одна из наиболее острых проблем в малых городах — жилье. Лучшая обеспеченность общей площадью в них достигается в основном за счет индивидуального жилого фонда; по уровню же благоустройства малые городские поселения значительно уступают более крупным. По данным Минводхоза, в 1987 г. 2 поселка городского типа (Копысь и Лынтупы) не имели водопровода, 8 городов (Миоры, Городок, Браслав и др.) и 43 поселка городского типа — канализации. Утилизация отходов не налажена, из-за большого количества примитивных отопительных приборов загрязняется воздушный бассейн городов, нерационально используется топливо.

Низок уровень благоустройства территории. Удельный вес тротуаров с усовершенствованным покрытием в поселках городского типа республики не превышает 10 %, в малом городе Ветке — 5,9, в г. п. Озаричи — 2,9 % [8].

Недостаточное развитие общественного жилого фонда и кооперативного строительства, сокращение объемов вводимого индивидуального жилья из-за повышения цен на строительные материалы (стоимость жилого дома составляет в среднем 15—25 тыс. руб.) вызвали увеличение очередей на жилье. Если в Минске очередник получает государственную квартиру через 10—12 лет, то в малом городе — через 18—25. Индивидуальная застройка малых городов ведется вопреки разработанным генпланам, в основном одноэтажными домами, что приводит к разрастанию поселений, захвату все новых и новых сельхозугодий; ухудшается внешний облик городов, падает уровень благоустройства, возникают транспортные проблемы.

Практически все малые городские поселения не имеют государственной торговой сети, их жители покупают продукты только по кооперативным ценам, что является нарушением принципа социальной справедливости.

В последние годы в малых городских поселениях обострилась экологическая обстановка в результате размещения в них вредных производств (г. Мосты, Заславль, г. п. Красносельский). Деятельность предприятий при этом подчинена лишь заинтересованному ведомственному контролю, так как районные санитарно-эпидемиологические станции не оснащены необходимыми контрольными приборами.

Многие беды малых городов порождены узковедомственными интересами предприятий союзного подчинения (Госагропром, министерства приборостроения, электротехнической и электронной промышленности),

а также многочисленных предприятий-филиалов, которые ранее не должны были согласовывать планы своего социально-экономического развития с местными органами власти, а деятельность филиалов не учитывалась районными статистическими органами. Предприятия не производили никаких отчислений на создание и поддержание социальной инфраструктуры в малых городских поселениях.

Закон СССР «О государственном предприятии (объединении)» несколько изменил существовавший порядок. Все предприятия, находящиеся на подотчетной местным органам власти территории, независимо от их подчиненности обязаны согласовывать с ними проекты своих планов по вопросам социального развития, использования людских и природных ресурсов и некоторым другим [9]. Закон дает возможность организовать хозрасчетные отношения между предприятиями и местными Советами.

Нами предлагаются следующие основные мероприятия по социально-экономическому развитию малых городов.

1. Для рационального использования трудовых ресурсов малых городских поселений в них целесообразно осуществлять, как правило, строительство небольших (100—500 чел.) узкоспециализированных, высокомеханизированных производств.

2. Для выравнивания уровня жизни в малых городских поселениях необходимо ликвидировать категоричность снабжения городов, организовать государственную торговую сеть, систему столов заказов, увеличить объемы строительства государственного, вневедомственного и кооперативного жилья. Благоустройство индивидуального жилого фонда должно осуществляться за счет централизованных средств горсоветов или ведомств (как это предлагается в Минске).

3. Для оздоровления экологической обстановки следует наладить независимый вневедомственный контроль за состоянием окружающей среды, оснастить районные и городские СЭС необходимой контрольной аппаратурой. Требуется провести оценку стоимости и систему дифференцированной оплаты за использование природных ресурсов, разработать систему штрафов, прямо пропорциональную величине, количеству и опасности загрязняющих веществ, выбрасываемых в водный и воздушный бассейны. Эти штрафы должны изыматься из фондов материального поощрения и социального развития предприятия-загрязнителя, а также доходов конкретных виновников.

4. Для повышения роли местных Советов, формирования хозрасчетных отношений между органами Советской власти в малых городских поселениях и предприятиями и организациями на подведомственной им территории необходимо разработать систему оплаты за использование трудовых, природных, рекреационных ресурсов, которая должна состоять из двух видов: а) оплаты за вновь привлекаемых иногородних работников, включающую стоимость строительства жилья и объектов социальности, коммунального хозяйства для работника и членов его семьи для каждого конкретного города; б) ежегодных отчислений за использование трудовых ресурсов города в размере, необходимом для поддержания городского хозяйства.

Необходима разработка нормативных актов о территориальном перераспределении прибыли и отчислений от нее между головными предприятиями и филиалами, подразделениями и участками, предприятиями, входящими в состав производственных объединений, расположенными в разных городах. Требуется уточнения вопрос территориального перераспределения платы за использование мятниковых мигрантов, составляющих до 50 % работающих на предприятиях в малых городах.

Реализация перечисленных мероприятий будет способствовать повышению роли малых городских поселений, выравниванию уровней жизни населения независимо от величины и функционального типа населенных пунктов, созданию предпосылок для перехода к новому типу расселения — единой системы расселения.

Список литературы

1. Populational bull. Wash. 1982. V. 37. P. 29.
2. Аргументы и факты. 1988. № 42. С. 5.
3. Fothellig S., Zudgih Z. // Heinemann educational books. 1982. P. 19.
4. Pimain D. // Preblemes econ. P. 1983. 7 avr., N 1818. P. 3.
5. Napjoz, Kawashima, Kuruda // Laxenburg: II ASA. 1981. VIII. 109.
6. Хорев Б. С. // Экономическая газета. 1986. № 45.
7. Александрович Я. М., Богданович А. В. // Географические основы формирования систем расселения. Л., 1981. С. 57.
8. Гуща В. М. // Политический собеседник. 1986. № 4. С. 11.
9. Закон СССР «О государственном предприятии (объединении)». Минск, 1988. С. 10, 23.

УДК 552.553

Л. А. ДЕМИДОВИЧ

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРНО-ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ

Эффективность проведения геологоразведочных работ на нефть и газ в значительной степени зависит от обоснованности и надежности предшествующего им прогноза. В то же время точность прогнозной оценки и обоснование научного направления работ определяются знанием литологического состава изучаемых отложений и закономерностей его изменчивости по площади и разрезу. На определенных этапах эту задачу решают с помощью формационного и литолого-фациального методов анализа. Однако при локальном прогнозе различных типов месторождений нефти, газа, гидроминерального сырья и ряда других, приуроченных к осадочным толщам, эффективность этих методов из-за отсутствия конечного звена в изучении системы осадочный бассейн — вал (депрессия) — локальная структура существенно снижается. В связи с этим возникает настоятельная необходимость изучения закономерностей латеральной изменчивости пород в пределах тектонических структур второго (валы, депрессии) и более мелкого порядков, что можно сделать, лишь восстановив палеогеоморфологическую обстановку осадконакопления.

Основы совместного структурного и фациального анализа закладывались в трудах советских исследователей А. Д. Архангельского, В. В. Белоусова, Н. Р. Шатского, Н. М. Страхова и др. В 20—30-е годы, в процессе проведения региональных работ и мелкомасштабного картирования, выявилась довольно тесная связь между составом, строением литолого-фациальных комплексов и региональными тектоническими особенностями изучаемых территорий. Фактически работы этих исследователей привели к созданию науки о формациях — крупных сообщениях горных пород, отражающих своеобразие развития крупных регионов.

Связь между осадконакоплением и развитием тектонических структур начали широко изучать в 50—60-е годы, когда увеличились объемы бурения с целью разведки и добычи полезных ископаемых, в первую очередь нефти и газа. Приводились данные о разнообразном залегании пластов терригенных пород по отношению к структурам. В случае формирования осадков за счет течений, огибающих конседиментационные поднятия, накопление песчаного материала происходит на их крыльях и в депрессиях, а при фронтальном поступлении обломочного материала — в присводовых участках антиклинальных складок, выраженных в рельефе морского дна.

На основании исследований истории развития тектонических структур с учетом изменчивости фаций в 1955 г. был разработан метод структурно-фациального анализа [1]. Полному и всестороннему осмыслению особенностей структурно-фациального распределения древних осадков способствовали получившие в 40—50-е годы и в дальнейшем широкое развитие исследования распределения современных морских и океанических осадков в зависимости от рельефа дна. На основе метода акту-

ализма выявленные особенности стали использоваться для реконструкции условий седиментации осадков древних толщ. Все это способствовало тому, что структурно-фациальный анализ отложений оформился как самостоятельный способ познания и прогноза фаций с использованием современного и древнего тектонического плана структур низших порядков. Как справедливо отмечено [2, 3], структурно-фациальный анализ возник на стыке трех дисциплин: тектоники, геоморфологии и литологии.

Структурно-фациальный анализ широко применялся при изучении и прогнозе продуктивных отложений всех нефтегазоносных бассейнов Советского Союза. Для прогноза терригенных пород-коллекторов этот метод применен нами в Припятском прогибе [4—6]. В результате выявлены общие закономерности распространения терригенных пород-коллекторов в прынских, старооскольских, пашийско-кыновских, задонско-елецко-петриковских и елецко-лебединских отложениях прогиба.

Вместе с тем необходимо отметить, что большинство исследователей в области структурно-фациального анализа изучали преимущественно кластогенные отложения, а карбонатные толщи исследованы слабо. Лишь в известной работе [7] приведены сведения о приуроченности зон формирования коралловых построек и органогенных известняков к определенным морфологическим участкам рельефа морского дна, в которых отображена тектоническая структура недр.

В Припятском прогибе с его преимущественно карбонатным девонским разрезом нефтепоисковые работы велись длительное время и увенчались успехом в 1964 г. открытием Речицкого месторождения нефти. Таким образом, появилась возможность установить особенности развития карбонатных коллекторов относительно тектонических структур рифтового прогиба. На основании исследований [6, 8] нами выявлена четкая зависимость, выразившаяся в приуроченности коллекторов к сводовым и присводовым частям конседиментационных поднятий. Близкие результаты получены и по другим регионам, в частности Г. И. Стеблевой и Е. Г. Семеновой по Куйбышевской области [9] и др.

Вовлечение в поиск, разведку и эксплуатацию все более глубоких горизонтов нефтегазоносных областей вызвало необходимость учета влияния постседиментационных преобразований пород на их физические свойства. При этом для карбонатных коллекторов прогноз катагенетических изменений должен быть постоянным, независимо от глубин их залегания, что обусловлено широким развитием процессов доломитизации и выщелачивания уже на ранних стадиях изменения карбонатных образований.

Инструментом для оценки влияния постседиментационных процессов на изменение пород послужил стадийный анализ, основы которого были заложены А. Г. Коссовской, В. Д. Шутовым и И. В. Хворовой [10]. Детальное исследование катагенетических изменений пород в нефтегазовой литологии в связи с ее спецификой происходило по пути целенаправленного учета структурного положения изучаемых разрезов относительно элементов локальной пликативной и дизъюнктивной тектоники.

Проведенные исследования показали, что в процессе седиментации карбонатных осадков тектонический и палеогеоморфологический факторы оказывают существенное влияние на их генетические особенности, что, в свою очередь, в значительной степени определяет в дальнейшем развитие в них постседиментационных процессов и изменение физических свойств. Лучшие первоначальные качества для формирования пород-коллекторов имеют органогенные и органогенно-обломочные породы, накапливающиеся преимущественно в сводах локальных поднятий. В то же время в хемогенных породах, образующихся преимущественно на крыльях и в периклинальных частях структур, образование вторичной емкости чрезвычайно затруднено. Для всех продуктивных горизонтов северной части Припятского нефтегазоносного бассейна средние значения основных коллекторских параметров сводовых частей древних локальных поднятий выше, чем на их крыльях (см. таблицу).

Усредненные коллекторские свойства карбонатных пород северной части Припятского прогиба

Горизонт	Положение на локальной конседиментационной структуре	Просветность пережимов (Пп)	Условный диаметр поровых каналов (D_v), мкм	Открытая пористость ($M_{от.}$), %	Газопроницаемость (К), МД
Саргаевский	Свод	0,012	10—18	6—10	20—75
	Крыло	0,003	8—10	2—4	до 1
Семилукский	Свод	0,05—0,075	17—25	8—13	100—900
	Крыло	0,01—0,005	3—7	4—6	до 10
Воронежский	Свод	0,2—0,35	15—20	8—10	100—200
	Крыло	0,01—0,005	до 5	5—6	5—10
Задонский	Свод	до 0,02	20—35	8—16	1800
	Крыло	0,001—0,003	5—10	6—7	75

Так, например, в органогенных известняках в сводовых частях палеоподнятий развиты такие постседиментационные процессы, как растворение, перекристаллизация, замещение сульфатами кальцита и доломита, доломитизация. В то же время на крыльях отмечается преимущественно уплотнение, частичная перекристаллизация, стилолитизация, окремнение и сульфатизация, образование аутигенных минералов: пирита, гидрослюда, целестина, ангидрита, гипса, халцедона, галита, гидроокислов железа. Установлено латеральное перераспределение микроэлементов под воздействием вторичных процессов, выражающееся в относительном накоплении ванадия, никеля, цинка и др.

Необходимо подчеркнуть, что диагенетические и катагенетические процессы по-разному протекают в породах, образовавшихся в различных фациальных условиях. Так, например, наиболее сильным преобразованиям подвергаются породы, первоначальная проницаемость которых достаточно высока. Прежде всего коллекторские свойства ухудшаются в мелкообломочных и мелкокристаллических терригенных и карбонатных породах, тогда как в крупнообломочных кластогенных и крупнокристаллических карбонатных они сохраняются максимально долго и т. д. Для глубокозалегающих горизонтов осадочных толщ специфика катагенетических преобразований будет связана поэтому с фациальными особенностями их накопления. Эти изменения продолжают зависеть от последних и во многом предопределяются ими. Вместе с тем породы приобретают все новые черты на протяжении литогенеза.

Анализ большого фактического материала позволяет заключить, что для терригенных и карбонатных толщ устанавливается тесная зависимость между палеогеоморфологическими особенностями дна морских седиментационных бассейнов и интенсивностью проявления тектонических движений в период осадконакопления, с одной стороны, и составом осадков, биоценозов, диагенезом и катагенезом — с другой. В результате такого системного изучения особенностей седиментации и последующего развития осадка в Припятском бассейне, а также анализа работ отечественных и зарубежных исследователей нами сформулирован принципиально новый подход — *структурно-литогенетический метод* научного познания условий образования и последующих изменений пород в пределах конседиментационных структур различного порядка, геоморфологически выраженных в рельефе дна бассейна седиментации.

Благодаря применению структурно-литогенетического метода в практике геологоразведочных работ становится возможным на стадии зонального и локального прогноза прогнозировать литолого-физические свойства разреза. Таким образом, с учетом знания истории геологического развития региона, его палеоструктурного и литолого-фациального районирования, реконструкции палеогеографических и палеогеоморфо-

логических обстановок седиментогенеза, на базе применения структурно-литогенетического метода можно осуществлять зональный и локальный прогноз литологического состава и физических свойств осадочных отложений на территориях с минимальной геологической информацией.

Список литературы

1. Шульц С. С., Брунс Е. П. // Вопросы геологии Азии. М., 1955. Т. 2.
2. Каледа Г. А. Изменчивость отложений на тектонических структурах. М., 1985.
3. Каледа Г. А. Состояние и задачи тектоно-литологических исследований / Тр. ВНИГНИ. 1974. Вып. 160.
4. Демидович Л. А. // Материалы конференц. молодых ученых АН БССР. М., 1962.
5. Демидович Л. А. // Вестн АН БССР. Сер. геогр. наук. 1963. № 3.
6. Демидович Л. А. // Вопросы нефтяной геологии. М., 1975.
7. Наливкин В. Д. Учение о фациях. М.; Л., 1956. Т. 1.
8. Демидович Л. А. Формирование коллекторов нефтеносных комплексов Припятского прогиба. Минск, 1979.
9. Стеблева Г. И., Семенова Е. Г. // Геология нефти и газа. М., 1980. № 3.
10. Коссовская А. Г., Шутов В. Д., Хворова И. В. // Методы изучения осадочных пород. М., 1957. Т. 1.

УДК 551.4 : 330.15

А. Н. ВИТЧЕНКО

МЕТОДИКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Эффективность реализации Продовольственной программы СССР во многом определяется объективностью информации об агроэкологическом потенциале природно-территориальных комплексов (ПТК) различного иерархического уровня.

Разработанная в [1] методика агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов применима для исследований на уровне родов ландшафтов административных районов. Практика сельскохозяйственного производства, рациональная организация сельскохозяйственных территорий, внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур выявили необходимость более детальной оценки агроэкологического потенциала ПТК на уровне отдельного хозяйства, конкретного поля, участка.

Проведенная автором работа позволила создать методику крупномасштабных исследований агроэкологического потенциала ландшафтов. На предварительном этапе агроэкологической оценки сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов анализируется фондовый, картографический материал по исследуемой территории с целью определения соотношения различных ПТК в пределах пахотно-пригодных земель, выявления площадей с различной экспозицией и крутизной склонов, расчета средневзвешенного балла бонитета пашни.

Необходимо отметить, что агроэкологическая оценка сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов проводится на основе ландшафтной карты исследуемой территории, поскольку ее синтетический характер отражает совокупность свойств природных комплексов, разнообразно влияющих на продуктивность агроценозов, и сосредотачивает внимание на изучении не отдельных компонентов природы, а на рассмотрении ПТК.

Расчеты основных агроэкологических показателей сельскохозяйственной продуктивности ландшафтов проводятся применительно к каждой сельскохозяйственной культуре по модифицированному варианту динамико-статистической модели МАОЛ [2].

Первоначально определяются потенциальные (ПУ) и действительно возможные (ДВУ) урожаи основных сельскохозяйственных культур

в различных ландшафтах: ПУ обеспечивается приходом энергии фотосинтетически активной радиации (ФАР) при оптимальном в течение вегетационного периода режиме климатических факторов; ДВУ — потенциальным урожаем и лимитирующим действием режима климатических факторов в течение вегетации.

Потенциальный урожай рассчитывается для каждого месяца вегетационного периода по модифицированной нами формуле, предложенной в [3]: $Y_{\text{ПУ}}^i = Q_{\text{Ф}}^i / q \eta_{\text{п}} 1/R$, где $Y_{\text{ПУ}}^i$ — потенциальный урожай расчетного месяца вегетационного периода, ц/га; $Q_{\text{Ф}}^i$ — сумма ФАР за расчетный месяц, кал/см²; q — средняя калорийность сухой биомассы сельскохозяйственных культур, кал/г; $\eta_{\text{п}}$ — потенциальный КПД посевов сельскохозяйственных культур, %; R — переводной коэффициент для пересчета абсолютно сухой биомассы (г/см²) в хозяйственно ценную часть урожая (ц/га), отн. ед. $R = 0,001F(1+H)$.

Здесь F — содержание сухого вещества в хозяйственно ценной части урожая сельскохозяйственных культур, %; H — переводной коэффициент, отражающий соотношение хозяйственно ценной части урожая к общей сухой биомассе, отн. ед.

Суммарная ФАР за расчетный месяц вегетационного периода вычисляется следующим образом:

$Q_{\text{Ф}}^i = Q_{\text{Ф}}^i n$, где $Q_{\text{Ф}}^i$ — сумма ФАР за сутки расчетного месяца, кал/(см²·сут.); n — число суток в расчетном месяце.

Сумма ФАР за сутки:

$$Q_{\text{Ф}}^i = 0,42 S' R_s (\text{эксп.}, \alpha) + 0,60 \left[D \cos^2 \frac{\alpha}{2} + 0,2 (S' + D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right],$$

где S' — прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность, кал/см²; D — рассеянная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, кал/см²; эксп. и α — экспозиция и крутизна склона; R_s (эксп., α) — поправочный коэффициент для склонов разной экспозиции и крутизны.

Потенциальный КПД посева ($\eta_{\text{п}}$) — это максимальный КПД посева, обеспечиваемый биологическими свойствами сельскохозяйственной культуры, современной агротехникой и уровнем плодородия почвы в оптимальных для данной культуры климатических условиях: $\eta_{\text{п}} = q Y_{\text{max}} 100 B R / Q_{\text{Ф min}}$, где Y_{max} — максимальный урожай сельскохозяйственных культур, получаемый на уровне агротехники Госсортосети БССР, ц/га; $Q_{\text{Ф min}}$ — сумма падающей ФАР за наиболее короткий период вегетации сельскохозяйственных культур, кал/см²; B — коэффициент, характеризующий уровень плодородия пашни ландшафта, отн. ед. $B = B_{\text{л}} / B_{\text{г}}$, где $B_{\text{л}}$, $B_{\text{г}}$ — баллы бонитета пашни и госсортучастка с максимальным урожаем сельскохозяйственной культуры (без учета климатической поправки в обоих случаях) соответственно.

Расчет ДВУ сельскохозяйственных культур основывается на учете использования посевом энергии ФАР при средних многолетних климатических условиях.

Действительно, возможный уровень расчетного месяца определяется по формуле: $Y_{\text{ДВУ}}^i = Y_{\text{ПУ}}^i \Psi^j \gamma^j \alpha$, где Ψ^j — функция воздействия среднесуточной температуры воздуха на продуктивность посевов (температурный коэффициент), отн. ед.; γ^j — функция воздействия запасов продуктивной влаги в полуметровом слое почвы на продуктивность посевов (влажностный коэффициент), отн. ед.; α — функция воздействия условий перезимовки на продуктивность посевов озимых культур, отн. ед.

Приведенные функции нормированы и изменяются от 0 до 1.

Влияние температуры воздуха на потенциальный урожай учитывается через универсальную температурную кривую [4], описываемую уравнением:

$$\Psi^j = \left(\frac{\theta^j + 0,0001}{2} \right)^{7,74} \left(\frac{\theta^j - 1}{10} \right) \left(\frac{1,4 - \theta^j}{0,4} \right)^{38} \left(\frac{\theta^j - 1}{10} \right),$$

где $\theta^j = t^{0j}/t_{\text{opt}}^0 K_q$; t^{0j} — среднесуточная температура воздуха расчетного периода, $С^0$; t_{opt}^0 — оптимальная среднесуточная температура воздуха, $С^0$; K_q — параметр, характеризующий изменение оптимальных для q периода вегетации значений температуры воздуха.

Среднесуточная температура воздуха определяется с учетом экспозиции и крутизны склонов в ландшафтах путем введения поправочного коэффициента: $t^{0j} = t_r^0 R(\text{эксп.}, \alpha)$ где t_r^0 — среднесуточная температура горизонтальной поверхности, $С^0$.

Функция воздействия влажности почвы на продуктивность посевов аппроксимирована выражением:

$$\gamma^j = -1,163 \left(\frac{W^j}{K'_q W_{\text{ПВ}}} \right) + 2,187 \left(\frac{W^j}{K'_q W_{\text{ПВ}}} \right),$$

где W^j — запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—50 см с учетом экспозиции и крутизны склонов в ландшафтах, мм. $W^j = W_r K'_w$; W_r — запасы продуктивной влаги на ровном месте, мм; K'_w — коэффициент увлажнения, отн. ед.: $K_w = 1 + R_w(\text{эксп.}) \alpha$; $R_w(\text{эксп.})$ — поправочный коэффициент для склонов разной экспозиции, отн. ед.; α — крутизна склона, град.; $W_{\text{ПВ}}$ — полевая влагоемкость почвы, мм; K'_q — параметр, характеризующий изменение оптимальных для q периода вегетации значений влажности почвы.

Функция воздействия условий перезимовки на продуктивность посевов озимых культур определяется на основании модифицированной кривой связи площадей погибших посевов озимых культур с комплексным показателем условий перезимовки $K_{\text{п}}$ [5, 6]:

$$K_{\text{п}} = 0,4934 \frac{t_{\text{min}}^0}{t_k^0} + 1,4181 \frac{h_{\text{max}}}{n} - 0,7015,$$

где t^0 , H , n — осредненные по ландшафту средние многолетние значения; t_{min}^0 — минимальная температура воздуха, $С^0$; h_{max} — максимальная глубина промерзания почвы, см; n — продолжительность периода со снежным покровом, дн.; t_k^0 — критическая температура вымерзания озимых культур.

Потенциальные и действительно возможные урожаи сельскохозяйственных культур за вегетационный период складываются из расчетных ПУ и ДВУ каждого месяца вегетационного периода. В зависимости от целей агроэкологической оценки определяются ПУ и ДВУ для конкретного участка, поля, хозяйства с учетом соотношения ландшафтов. Проводится расчет ряда комплексных показателей, отражающих различные соотношения ПУ, ДВУ и УП (урожай производственный) и позволяющих количественно оценить агроэкологический потенциал ландшафтов сельскохозяйственных территорий [1, 7].

Предложенная методика крупномасштабных исследований агроэкологического потенциала ПТК теоретически обоснована, является достаточно общей и может быть использована при аналогичных исследованиях в других регионах страны.

Список литературы

1. Витченко А. Н., Полсевой А. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 2. С. 56.
2. Витченко А. Н. // Актуальные проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов. Минск, 1985. С. 20.
3. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л., 1977; Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л., 1984.
4. Полсевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л., 1983.
5. Монсейчик В. А. Агроклиматические условия и перезимовка озимых культур. Л., 1975.
6. Чирков Ю. И. Агрометеорология. Л., 1979.
7. Витченко А. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 3. С. 59.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА КАТОВИЦКОГО ВОЕВОДСТВА ПНР

В территориальной структуре хозяйства ПНР в течение всего послевоенного развития ведущую роль играет Южный экономический район, доля которого в промышленном производстве в связи с проводимой политикой индустриализации восточных регионов снизилась с 39,9 % в 1950 г. до 26,6 % в 1985 г. Особое положение Южного региона определяется индустриальным комплексом Катовицкого воеводства, где в годы социалистического строительства сформировался Верхнесилезский промышленный округ [1]. На территории Катовицкого воеводства (2,1 % территории ПНР) проживает более 3,9 млн чел., что составляет около 11 % населения страны. Ключевым элементом в системе расселения выступает Катовицкая конурбация полицентрического типа, образующая на территории 1,3 тыс. км² единый урбанизированный ареал в составе 15 городов, где проживает более 2 млн чел. Вторая крупная агломерация формируется на территории Рыбникского угольного округа в составе 6 крупных и средних городов с населением около 500 тыс. чел.

В структуре занятости населения воеводства доминируют отрасли материального производства — 83,2 % (ПНР — 75,9 %), в том числе занятые в промышленности — 53 % (ПНР — 37,1 %). По уровню занятости в промышленности (215 чел./тыс. населения) Катовицкое воеводство занимает первое место в ПНР, в 1,8 раза превышая средний показатель по стране (119 чел./тыс. населения). Характерной чертой занятости в воеводстве выступает значительное развитие трудовых маятниковых миграций. В 1983 г. численность маятниковых мигрантов превышала 467 тыс. чел. (в 1973 г. — 457,5 тыс.), что составляло 30,3 % в общей численности занятых. Это выше доли маятниковых мигрантов в общей численности занятых в ПНР (27 %).

Значение Катовицкого воеводства в хозяйстве ПНР определяется высоким уровнем развития и концентрации отраслей тяжелой промышленности (см. таблицу). В 1985 г. на долю воеводства приходилось около 19 % занятых в промышленности, 18 % промышленной продукции и 12 % основных фондов народного хозяйства. В воеводстве добывается свыше 98 % каменного угля, 100 % свинцово-цинковых руд, производится 53 % стали, 46 % проката, 49 % легковых автомобилей, 33 % кокса [3]. Развитие промышленности на базе местных источников сырья и топлива нашло свое отражение в ее отраслевой структуре. Так, на угледобычу (балансовые запасы 56 млрд т), энергетику, металлургию, тяжелое машиностроение и химию приходится более 80 % занятых и свыше 75 % промышленной продукции воеводства (см. таблицу).

Исторически сложившаяся высокая концентрация промышленности и населения, недостаточное внимание к экологическим проблемам на предыдущих этапах развития привели к осложнению экологической ситуации в воеводстве. На территорию воеводства, площадь которого составляет всего 2,1 % территории ПНР, приходится около 25 % общих выбросов пыли и 31 % газов. При небольших запасах поверхностных вод только 4 % длины рек несут воды I класса чистоты, а 65 % — воды, непригодные для хозяйственного использования. Леса воеводства из-за сильного загрязнения атмосферы сернистым газом на 68 % ареала подвержены различной степени деградации. Из 49 % сильно загрязненных почв воеводства 17 % должны быть выведены из сельскохозяйственного использования. По оценкам специалистов, в зоне экологического загрязнения проживает около 3 млн чел., в том числе 1 млн — в среде с сильным воздействием токсичных элементов. Таким образом, необходимость совершенствования территориальной структуры хозяйства Катовицкого воеводства весьма актуальна.

**Структура промышленности ПНР
и Катовицкого воеводства в 1986 г., %**

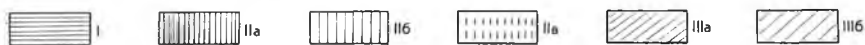
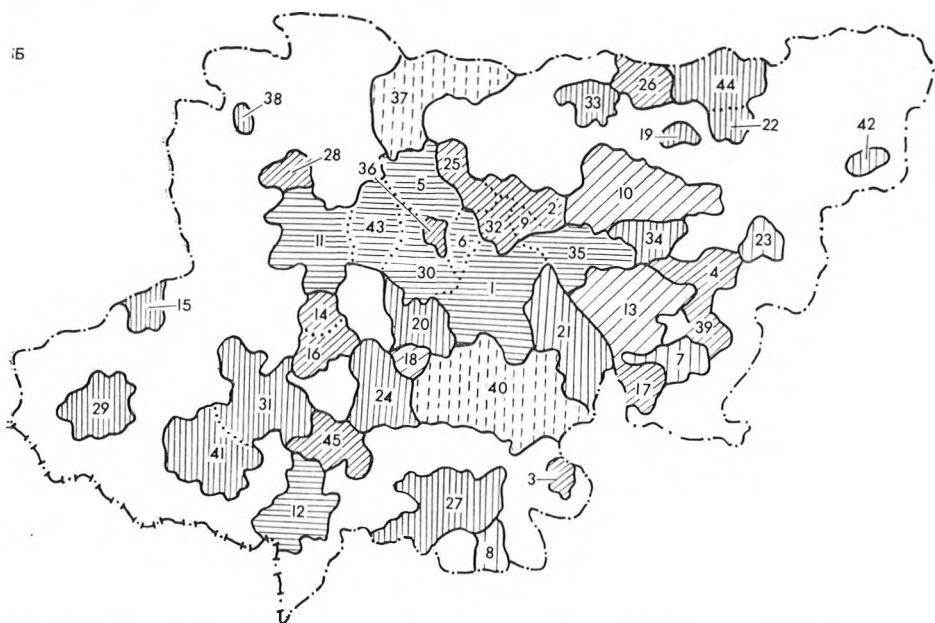
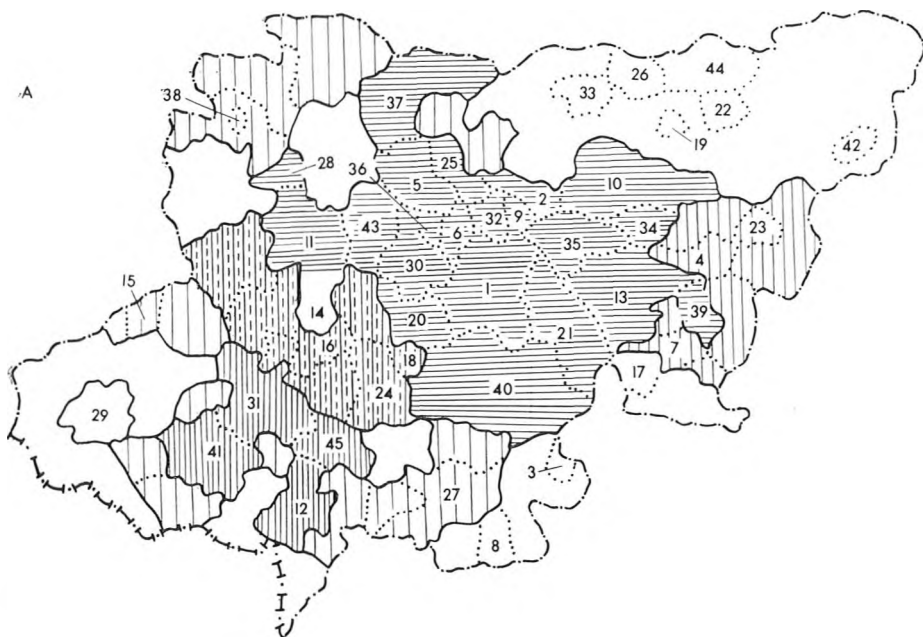
Отрасли промышленности	Промышленная продукция			Численность занятых		
	ПНР	Катовицкое воев.		ПНР	Катовицкое воев.	
		всего	% в ПНР		всего	% в ПНР
Топливо-энергетическая	15,6	38,4	44,5	15,0	53,4	68,9
Металлургическая	9,9	25,7	47,1	5,0	11,8	45,5
Машиностроение и металлообработка	24,8	19,2	14,1	32,1	18,9	11,4
Химическая	8,7	4,7	9,8	6,4	3,2	9,8
Строительных материалов	3,6	2,5	12,3	5,3	3,0	10,9
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	4,2	0,8	3,6	5,3	0,9	3,3
Легкая	10,9	2,0	3,3	15,7	3,5	4,3
Пищевая	19,5	5,6	5,2	9,3	2,5	5,2
Прочие	2,8	1,1	6,9	5,9	2,8	9,1
Итого:	100,0	100,0	18,1	100,0	100,0	19,3

* Составлено по [2].

Для выявления внутрирегиональных типов территориальной структуры Катовицкого воеводства для всех административных единиц (городов и гмин) проанализированы показатели (21), которые отражают: 1) размещение, социально-демографическую структуру и миграцию населения; 2) структуру занятости по сферам и отраслям хозяйственного комплекса; 3) уровень урбанизации и структуру землепользования; 4) степень развития сферы услуг. С использованием методов таксономического анализа (вроцлавской таксономии) выделены 6 типов экономико-географических районов. Наиболее общей чертой территориальной структуры Катовицкого воеводства (см. рисунок, А) является доминирующая роль Верхнесилезского промышленного округа, каркас которого образуют крупные города Катовицкой конурбации. Существенной особенностью является также растущая полицентричность территориальной структуры, что связано с развитием Рыбникской агломерации в юго-западной части воеводства и Олькушско-Хшанувского промышленного узла в восточной части.

I Центральный индустриально-урбанизированный район объединяет 22 города Катовицкой конурбации и ее ближайшего окружения. Он концентрирует более 3/4 населения, производит около 2/3 промышленной продукции воеводства. В территориальной концентрации промышленности выделяются центральная и западная части Верхнесилезского промышленного округа, где в крупных городах (Катовице, Хожув, Бытом, Забже, Руда Слэнска, Гливице, Свентохловице, Семяновице) производится более 2/5 промышленной продукции и сконцентрировано около 40 % занятых в промышленности воеводства. На восточное крыло округа (Сосновец, Бендзин, Домброва Гурнича, Мысловице, Тыхы) приходится примерно по 1/5 промышленной продукции и занятых в промышленности. Для Центрального района характерна высокая плотность населения, которая в старых промышленных городах (Хожув, Свентохловице) превышает 4 тыс. чел/км². В структуре занятости, наряду с традиционными отраслями (угледобывающая, топливная, металлургия, химия), выше занятость в машиностроении, сфере услуг. Система расселения, наряду с высокой урбанизированностью, характеризуется срастанием городской застройки, общностью транспортной сети и элементов технической инфраструктуры.

II Юго-Западный промышленный район, сложившийся на базе Рыбникского угольного округа, дает около 10 % промышленной продукции;



Экономико-географические районы Катовицкого воеводства (А). Социально-экологическая типология городов (Б). (Объяснения типов см. в тексте):

1 — Катовице; 2 — Бендзин; 3 — Бжеще; 4 — Буковно; 5 — Бытом; 6 — Хожув; 7 — Хшанув; 8 — Чеховице-Дзедзице; 9 — Челядзь; 10 — Домброва Гурничка; 11 — Гливице; 12 — Ястшембе-Здруй; 13 — Явожно; 14 — Кнурув; 15 — Кузня Рацибурска; 16 — Лещины; 17 — Либенж; 18 — Лазиска Гурне; 19 — Лазы; 20 — Миколув; 21 — Мысловице; 22 — Огородзенец; 23 — Олькуш; 24 — Ожеше; 25 — Пекары Слэнске; 26 — Поремба; 27 — Пщина; 28 — Пысковице; 29 — Рацибуж; 30 — Руда Слэнска; 31 — Рыбник; 32 — Семяновице Слэнске; 33 — Севеж; 34 — Славкув; 35 — Сосновец; 36 — Святохловице; 37 — Тарновске Гуры; 38 — Тошек; 39 — Тшебиня; 40 — Тыхы; 41 — Водзислав Слэнски; 42 — Вольбром; 43 — Забже; 44 — Заверце; 45 — Жоры

здесь трудится 13 % промышленных рабочих. Район отличается более однообразной структурой занятости с преобладанием топливно-энергетической промышленности, коксохимии, низкой степенью занятости жен-

щин в общественном хозяйстве (20 %). Монокультурный характер угольной промышленности (дает 58 % промышленной продукции района) сопровождается отставанием процессов урбанизации, что вызывает большие маятниковые трудовые миграции. Для района характерны высокие темпы роста населения (в 3,4 раза по сравнению с 1950 г.), распространение индивидуальной застройки, что связано с дисперсностью угледобычи. В процессе развития район будет приобретать типологические черты Центрального района (застройка крупными жилыми комплексами, развитие машиностроения, легкой и пищевой промышленности для увеличения женской занятости).

III Западно-Центральный район переходного типа объединяет средние города (Лещины, Лазиска Гурне, Ожеше) и сельскохозяйственные гмины, находящиеся в зоне активного влияния соседних агломераций. Он производит немногим более 2 % промышленной продукции воеводства, здесь занято всего 2 % промышленных рабочих воеводства. В районе преобладает пестрая структура землепользования, промышленность больше связана с сельским хозяйством, здесь расположены лесные массивы, входящие в лесоохранный пояс Верхнесилезского промышленного округа.

IV Восточный Олькушко-Хшанувский район также отличается переходным характером, испытывая влияние Катовицкой конурбации с запада и Краковской агломерации с востока. Его удельный вес в промышленной продукции воеводства около 8 %, а занятых в промышленности — 6 %. Индустриальный профиль района определяют добыча и переработка свинцово-цинковых руд, энергетика и среднее машиностроение.

V, VI районы периферийного типа включают непосредственное окружение Катовицкой конурбации и Рыбникской агломерации (V), а также удаленную северо-восточную часть воеводства (VI), где формируется промышленный узел Заверце. Это типичные сельскохозяйственные гмины, центрами которых выступают небольшие города (5—10 тыс. чел.). Здесь проявляются процессы диффузии и экспансии урбанизационных процессов, однако средняя плотность сельского населения почти в 4,5 раза ниже среднеевропейской.

На следующем этапе исследований проведена типология 45 городов воеводства по характеру и уровню развития **социально-экологической** среды. Для этого анализировались 19 показателей, отражающих степень развития сети торговли, жилищного и коммунального хозяйства, связи, культуры, образования, здравоохранения и состоящие окружающей среды. Методами таксономического анализа получено три основных типа городов (см. рисунок, Б).

I тип образуют крупные города центрального ядра Катовицкой конурбации с высоким уровнем развития социальной сферы и условий жизни при сложной экологической обстановке. Они отличаются высоким уровнем занятости в сфере услуг (150—200 чел./тыс. населения), развитой сетью учреждений торговли (350—470 м² торговых площадей/тыс. чел.), более высоким уровнем коммунального благоустройства при недостатке зеленых и парковых территорий.

II тип объединяет быстро развивающиеся города Рыбникской агломерации и промышленного узла Заверце (подтип II, а), а также некоторые новообразованные города и индустриальные центры восточного крыла Катовицкой конурбации. При этом города Олькушко-Хшанувского района образуют самостоятельный подтип (подтип II, б) так же, как и Тыхы и Тарновске Гуры (подтип II, в), непосредственно примыкающие к ядру конурбации. Для всех городов II типа характерна меньшая занятость в сфере услуг (80—160 чел./тыс.) и ее отставание от быстро растущего населения. В структуре занятых велик удельный вес маятниковых мигрантов (30—45 %), при распространении индивидуальной застройки ниже уровень коммунального благоустройства (подтипы II, а, б). Выделенные в подтип II, в города отличаются более благоприятными эколо-

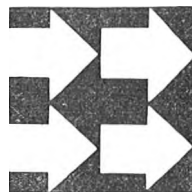
гическими условиями (значительная площадь лесов и зеленых насаждений), в Тыхы — комплексная застройка новых жилых массивов.

III тип формируют старопромышленные средние города северной части Верхнесилезского округа (подтип III, *a*), а также новые индустриальные центры (подтип III, *b*) с преимущественным развитием энергетики и черной металлургии (Явожно, Домброва Гурнича). В первый подтип (III, *a*) входят средние и малые города, находящиеся в своеобразной социальной и экологической тени крупных городов центра конурбации. Их характеризует значительная плотность старой застройки в непосредственной близости к промышленным предприятиям. В некоторых городах значительные площади занимают отвалы (Кнурув, Пекары Слёнске, Лазиска Гурне), низка степень очистки стоков (Буковно), высок уровень износа жилого фонда. В городах второго подтипа (III, *b*) развитие социальной инфраструктуры отстает от роста численности населения, приток которого связан с крупными новостройками. Отставание социальной инфраструктуры некоторых городов вызвано также административными преобразованиями, когда в состав городов вошли поселки с невысоким уровнем развития социальной инфраструктуры.

Сравнение полученных картосхем показывает, во-первых, большую дифференциацию социально-экологической структуры по сравнению с хозяйственно-экономической, что свидетельствует об отставании процессов урбанизации и развития социальной инфраструктуры от темпов индустриализации. Во-вторых, в обеих типологиях города Катовицкой конурбации и Рыбникской агломерации выступают самостоятельными типологическими группами, что отражает тенденции усложнения территориальной структуры воеводства, связанные с процессами локальной концентрации и целенаправленными преобразованиями структуры в процессе регионального планирования.

Список литературы

1. K o r t u s B. // Studia nad ekonomika, regionu. Katowice, 1975. T. 6. S. 232.
2. Rocznik statystyczny województw 1987. Warszawa, 1987. S. 115, 134.
3. Rocznik statystyczny województwa katowickiego 1986. Katowice, 1986. S. 186, 268.



УДК 543.253 : 543.8

В. Г. СВИРИДЕНКО, Ю. А. ПРОЛЕСКОВСКИЙ, К. И. КОРОТКОВА

ОДНОВРЕМЕННОЕ ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ И СВИНЦА ПРИ АНАЛИЗЕ ВОД

Аналитический контроль содержания тяжелых металлов в объектах окружающей среды, в том числе и водах различной категории, — проблема практически до конца не решенная [1, 2]. Следует отметить, что определение тяжелых металлов в нефтеносных пластовых водах осложняется значительной минерализацией среды.

Нами изучалась возможность количественного определения содержания меди и свинца при их одновременном наличии в пластовых, природных и сточных водах методом переменного-токовой полярографии [3—5].

Исследования проводились на полярографе ПУ-1 в трапециевидном режиме (скорость 2, амплитуда 8). Потенциалы восстановления исследуемых металлов измеряли относительно донной ртути. Стандартный раствор меди готовили из $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (х. ч.) на бидистилляте. Навеску металлического свинца (х. ч.) переводили в раствор азотной кислотой при нагревании, оксиды азота удаляли. Титры полученных растворов контролировали титриметрически.

Важными этапами полярографического определения содержания меди и свинца являются предварительная обработка образцов смесью минеральных кислот и термическое воздействие — прокаливание в муфельной печи и на песочной бане. Проведенные испытания свидетельствуют о заниженных результатах количественного определения свинца с помощью термической обработки в муфельной печи, что, по-видимому, связано с образованием летучих соединений этого металла; содержание меди при этом оставалось неизменным.

При обработке образцов 30 %-ной хлорной кислотой полярограммы свинца не воспроизводились; при воздействии азотной кислотой, смесью ее и пероксида втрое уменьшалась чувствительность определения меди; количество свинца не изменялось.

Оптимальным оказался вариант обработки проб смесью азотной и хлорводородной кислот (1 : 1). Получены четкие отдельные полярографические спектры меди и свинца.

Для совместного полярографического определения содержания меди и свинца в различных водах применяли следующие индифферентные электролиты: 1 М азотную и хлорводородную кислоты, 1 М смеси хлорида натрия и дигидрофосфата натрия (см. таблицу).

Исследования показали, что при использовании кислотных фонов медь и цинк восстанавливались с четко выраженными пиками на полярограммах при потенциалах — 0,35 и — 0,78 В соответственно.

Для выбора оптимального фона при количественном определении исследуемых металлов изучали характер электрохимического восстановления меди и свинца в указанных растворах. Установлено, что в 1 М хлорводородном растворе восстановление меди и свинца носит необрати-

**Результаты полярографического определения
содержания меди и свинца при анализе вод (мг/л), $\rho = 0,95$**

Объект исследования	n	$C \pm \delta$		S_r	
		медь	свинец	медь	свинец
Пластовые воды	8	$2,09 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,02$	0,03	0,02
Природные воды	5	$1,09 \pm 0,05$	$0,22 \pm 0,03$	0,04	0,01
Сточные воды	5	$1,09 \pm 0,17$	$0,19 \pm 0,03$	0,07	0,01
Почвенные вытяжки	8	$2,64 \pm 0,20$	$2,09 \pm 0,05$	0,09	0,03

мый характер, в 1 М растворе азотной кислоты электрохимическое восстановление меди приближается к обратимому процессу; характер восстановления ионов свинца не изменялся.

Нижняя граница определяемых концентраций меди и свинца на указанном фоне составила $3,2 \cdot 10^{-5}$ и $1,7 \cdot 10^{-6}$ М соответственно. Количественному определению меди и свинца не мешали железо, кадмий, цинк, молибден, ванадий в отношении 1 : 500.

Для одновременного полярографического определения содержания меди и свинца аликвотную часть раствора анализируемых проб обрабатывали смесью азотной и хлорводородной кислот (1:1) и прокачивали на песочной бане до удаления оксидов. Полученный остаток растворяли в 8 мл 1 М азотной кислоты и полярографировали в интервале потенциалов от $-0,15$ до $-1,0$ В. Содержание меди и свинца устанавливали методом добавок (см. таблицу).

Методика совместного полярографического определения содержания меди и свинца на 1 М азотнокислом фоне может применяться для анализа природных, сточных вод, почвенных вытяжек, сильноминерализованных рассолов.

Список литературы

1. Методы анализа и очистки природных и сточных вод. Кишинев, 1985.
2. Кравченко М. С., Собина Н. А. // Тез. докл. республик. конференц. по аналитической химии. Киев, 1979. С. 86.
3. Ватаман И. И., Мерян В. Г., Пинтильий Б. Ф. // Изв. АН МССР. Сер. биол. и хим. наук. 1982. № 5. С. 69.
4. Захаров М. С., Захарчук Н. Ф. Электрохимические методы анализа природных и сточных вод. Новосибирск, 1985.
5. Воробьева Л. А., Орлов Д. С. Полярографические методы исследования почв. М., 1972.

УДК 550.42

В. А. ЕРМОЛЕНКО, Р. А. ЖМОЙДЯК

О ТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСАХ НА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ БССР

Тяжелые металлы (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn и др.), поступающие в окружающую природную среду из антропогенных источников загрязнения, могут привести к многочисленным неблагоприятным физическим, химическим и биологическим изменениям, прежде всего в водных экосистемах [1, 2]. Химический комплекс БССР, включающий ряд мощных предприятий химической, нефтехимической и горнохимической отраслей промышленности (ПО «Новополоцкнефтеоргсинтез» и ПО «Бобруйскшина»; ПО «Белорускалий» и Гродненское ПО «Азот»; Новополоцкое ПО «Полимер», Светлогорское и Могилевское ПО «Химволокно» и др. — более 4 млрд руб. валовой продукции в год), является активным источником загрязнения окружающей среды, о чем свидетельствуют суммарные объемы (1985): оборотной и повторно используемой воды —

2,2 млрд м³; водоотведения — 280 млн м³ при 205 млн м³ нормативно-очищенной воды; выбрасываемых вредных веществ в атмосферу — 150 тыс. т.

Техногенные выбросы предприятий химического комплекса включают ряд тяжелых металлов (ТМ): висмут и молибден на Новополоцком ПО «Полимер»; цинк, свинец, медь, кадмий, цезий и стронций в объединении «Белорускалий»; медь, цинк и свинец на Гомельском химзаводе; хром на Борисовском заводе пластмассовых изделий; ванадий на Гродненском ПО «Азот»; цинк на Светлогорском и Могилевском ПО «Химволокно» и т. д.

За годы XI пятилетки на природоохранные мероприятия в химическом комплексе республики было выделено 75 млн руб. капиталовложений. Продолжение этих работ в XII пятилетке (около 100 млн руб.) позволит в перспективе существенно снизить загрязнение воздушного бассейна и бассейнов рек Днепра, Зап. Двины и Немана. Для осуществления намеченного весьма актуальны:

исследования поведения ТМ, поступающих в экосистему поверхностных водоемов и акваторию река — шельф (в воде, донных отложениях и гидробинтах), на основе микро- и мезомоделирования природных условий, а также изучения цикла углерода в воде, водорослях, беспозвоночных, рыбах, детрите и грунтах;

разработка стратегии защиты речных (морских) экосистем от сброса недоочищенных сточных вод, которая предполагает выбор способа их очистки до ПДК на основе анализа общественных затрат и народнохозяйственных выгод с целью сохранения качества речной воды. Это можно осуществить путем распределения объемов промышленных стоков с помощью линейного уравнения материального баланса ПДК и дефицита растворенного кислорода [3].

Необходимость решения проблем загрязнения речной среды обуславливает актуальность не только экологических, токсикологических, биогеохимических, но и эколого-экономических исследований. В основу этих исследований должны быть положены карты загрязненности подземных вод тяжелыми металлами, составлению которых до сих пор не уделялось должного внимания. В связи с этим авторами разработана методика составления специализированных карт с отображением степени естественной защищенности пресных и слабоминерализованных вод от воздействия техногенеза по ТМ на уровне ПДК. На таких картах отображаются две группы факторов: геолого-гидрогеологические условия водоносного горизонта во взаимосвязи с другими горизонтами и качественно-количественные показатели загрязнения всех гидравлически связанных водоносных горизонтов с оценкой возможного экологического ущерба. Суммарные выбросы ТМ от какого-либо источника загрязнения оцениваются значениями ПДВ (предельно допустимый выброс), ограниченных значениями ПДК и ПДН (предельно допустимая экологическая нагрузка).

Являясь составной частью мониторинга, прогноз основывается на результатах исследований, устанавливающих закономерности природных процессов в условиях интенсивного техногенеза, закономерности распространения и миграции ТМ, их влияния на состояние окружающей природной среды. Оценка существующего и прогнозируемого (перспективного) состояний позволяет выявить критические значения ТМ по их воздействию на биосферу, принять необходимые средозащитные мероприятия по ограничению этого воздействия с целью нормализации качественного состояния окружающей среды. Целям мониторинга наиболее полно соответствует территория водосборного бассейна, характеризующегося определенностью границ и однонаправленностью потоков (природных и техногенных).

Первостепенное значение следует уделять внедрению ресурсосберегающих технологий с формированием сбалансированных эколого-экономических систем в районах размещения предприятий (только на Светлогорском ПО «Химволокно» переработка цинксодержащих шламов позво-

ляет ежегодно получать 6 тыс. т цинка-металла при значительном снижении экологического ущерба).

Народнохозяйственная эффективность водозащитных мероприятий определяется оценкой (в стоимостном выражении) возможного и предотвращаемого ущерба на перспективный период при выделении соответствующих инвестиций [4].

Список литературы

1. Тяжелые металлы в окружающей среде / Под ред. В. В. Добровольского. М., 1980.
2. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М., 1987.
3. Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А., Бордон В. Е. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 1. С. 68.
4. Жмойдяк Р. А., Ермоленко В. А. Эколого-экономическое развитие химического комплекса Белоруссии // Материалы съезда польских географов. ПНР. Сосновец, 1987.



С. А. Польский. География населения развитых капиталистических и развивающихся стран (с основами демографии). Минск: Университетское, 1987. 175 с.

Публикация рецензируемой работы представляется весьма своевременной, так как единственное учебное пособие такого плана В. В. Покшишевского «География населения зарубежных стран» (1971) в значительной мере устарело.

В книге С. А. Польского обобщен и развит опыт системного подхода к исследованию географических закономерностей развития народонаселения во взаимосвязях с многообразными экономическими, социальными, этническими и экологическими факторами

Пособие отличается логически стройной и последовательной структурой. В первом разделе анализируются демографические проблемы народонаселения. На основе системного подхода автор выделяет важнейшие факторы, определяющие динамику численности населения, рождаемости, заболеваемости, смертности и продолжительности жизни. Рассматривая вопросы разделения населения по возрасту и используемые при этом критерии, автор подробно останавливается на основных положениях теории шведского демографа Г. Сундберга и ее применении к современной демографической ситуации. При этом широко использованы данные первоисточников, в первую очередь материалы ООН, результаты переписей, оценок и расчетов. Это позволяет автору убедительно показать, что наиболее характерной чертой изменений, происходящих в современной структуре населения мира (за исключением Африки), является старение населения; затрагиваются социальные, экономические, политические и научные проблемы, возникающие в связи с этим.

Во втором разделе рассматривается этно- и социально-географическая структура населения. Излагаются вопросы, связанные с семейной и профессиональной структурой населения, расовым, языко-

вым и национальным составом. Значительное внимание уделено анализу социально-классовой структуры населения. С. А. Польский анализирует экономические, политические и социальные факторы, воздействующие на формирование данной структуры в различных странах. Исследуя профессиональную структуру населения, автор делает упор на анализ перспектив занятости населения в условиях циклического характера производства.

Третий раздел посвящен территориальной и эколого-расселенческой структуре населения. Довольно полно освещены проблемы международной миграции населения, дан анализ ее причин и последствий. Раскрыты основные аспекты географической характеристики размещения населения, дан сравнительный анализ особенностей сельского и городского расселения в развитых капиталистических и развивающихся странах.

В пособии в тесной связи с социально-экономическими проблемами роста крупных городов в капиталистических и развивающихся государствах показаны причины возникновения, особенности проявления и тенденции развития процесса урбанизации в странах — объектах исследования.

Составной частью пособия является подраздел, посвященный экологической проблематике, который хотя и выходит за рамки программы курса «География населения», представляется необходимым для познания социальных законов и закономерностей, которые обуславливают развитие народонаселения.

Разумеется, как и любое исследование такой высокой степени охвата проблематики, работа С. А. Польского не лишена недостатков. Прежде всего следует отметить некоторую нечеткость в обосновании понятийного аппарата. Тем не менее студенты педагогических институтов получили серьезное учебное пособие, выполненное на современном уровне развития географической науки.

О. П. Литовка

В. А. Жучкевич], М. В. Лавринович. **Физическая география материков и океанов**. Ч. 1: Евразия. Минск: Университетское, 1986; И. П. Галай, В. А. Жучкевич, Г. Я. Рылюк. **Физическая география материков и океанов**. Ч. 2: Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия, Океания, Антарктида, Мировой океан. Минск: Университетское, 1988.

В существующих учебниках и учебных пособиях по физической географии материков дается лишь характеристика регионов суши. В рецензируемом учебном пособии — коллективном труде преподавателей кафедры материков и океанов БГУ имени В. И. Ленина — полностью охарактеризованы все природные комплексы Земли как суши, так и океана.

Огромный фактический материал компактно встроено в достаточно стройную систему, что очень важно для вузовского пособия, цель которого — доступное и логически обоснованное преподнесение теоретических вопросов и комплексного географического описания регионов.

Структура обеих частей традиционна: покомпонентный обзор материков и Мирового океана, затем комплексная физико-географическая характеристика регионов (физико-географических стран на материках), а также океанов как составных частей водной оболочки планеты.

Изложение, изучение и усвоение огромного фактического материала невозможно без иллюстраций. Эта часть работы особенно удалась авторам и заслуживает особого внимания. Текст обеих книг проиллюстрирован 33 черно-белыми, четко выполненными картами, 59 фотографиями, 19 климаграммами, одним комплексным профилем и 256 рисунками типичных и редких для регионов растений и животных.

Текст корректно наполнен географическими названиями, научными географическими терминами и понятиями, названиями растений и животных. Наиболее важные факты и величины ярко выделены цветным шрифтом.

В рецензируемой работе есть оригинальный раздел — характеристика природы Мирового океана, которая логически перерастает в описание и анализ природы четырех океанов: Атлантического, Тихого, Индийского и Северного Ледовитого. Для каждого океана в сжатом виде приведены геологическое строение и рельеф дна океана, донные отложения, полезные ископаемые, климат, гидроло-

гический режим, органический мир водной толщи и островов.

Заключительная часть посвящена дифференциации океанов на уровне географических поясов. Ряд текстовых положений подтвержден картами, схемами, но их много меньше, чем при характеристике природы континентов. Многие положения, приведенные в работе, спорны и неоднозначны, но главная заслуга авторов в том, что впервые удалась попытка дать достаточно однотипную характеристику природы всех регионов Земли, в том числе аквальных.

При описании географических объектов высокого таксономического ранга, при обилии фактического материала очень трудно создать все одинаково подробно, ярко и самобытно, и это вполне понятно. Но тем не менее хотелось бы сделать несколько критических замечаний, которые авторы могли бы учесть при переиздании пособия. Существующий тираж катастрофически мал даже для Белоруссии, не говоря о других регионах СССР, до которых пособие не дошло, и переиздание пособия весьма желательно.

1. Трудно согласиться с пропорциями распределения материала по томам. Евразия — самый большой и сложный по всем параметрам материк, но не столько, чтобы ее характеристике отводить $\frac{1}{3}$ объема пособия (16 печ. л.) и около 27 на все остальные материки и океаны. Экономия места отразилась на степени подробности описания регионов.

2. При характеристике тектонического развития континентов и океанов авторы придерживаются позиций фиксизма. Однако при современном состоянии науки нельзя умалчивать о теории мобилизма. Не совсем понятны поэтому роль и место рифтовых зон, происхождение Срединно-океанических хребтов и т. п.

3. При региональных характеристиках не везде поддержана их ресурсная направленность.

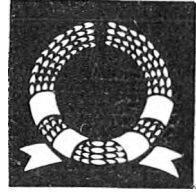
4. В тексте мало палеогеографических данных, что сейчас актуально.

5. Отсутствие единой карты физико-географического районирования затруднит понимание выделения физико-географических стран, их границ. В первой части приведены две отдельные карты районирования Европы и Азии. Единой карты нет.

В целом необходимо положительно оценить выход такого компактного, прекрасно оформленного учебного пособия.

В. А. Еремина,
А. Н. Спрылин

Наши юбиляры



НИНА МИХАЙЛОВНА КРЮЧКОВА



Исполнилось 50 лет со дня рождения и 25 лет научной и педагогической деятельности заведующей кафедрой общей экологии БГУ имени В. И. Ленина доктора биологических наук, старшего научного сотрудника Нины Михайловны Крючковой.

После окончания с отличием биологического факультета БГУ имени В. И. Ленина (1961) Нина Михайловна работала в отделе коммунальной гигиены БНИСГИ. В 1964 г. Н. М. Крючкова поступила в аспирантуру при кафедре зоологии беспозвоночных животных Белгосуниверситета имени В. И. Ленина, после окончания которой в течение десяти месяцев проходила научную стажировку в гидробиологических учреждениях Чехословакии.

С 1967 г. Нина Михайловна работала в Проблемной НИЛ экспериментальной биологии БГУ имени В. И. Ленина вначале в должности младшего, затем старшего научного сотрудника. В 1968 г. она успешно защитила кандидат-

скую, а в 1984 г. — докторскую диссертацию.

Н. М. Крючкова была ответственным исполнителем ряда тем, выполненных сектором гидробиологии по заданию ГКНТ при СМ СССР и Советского национального комитета по Международной биологической программе. Она участвует в проведении комплексных исследований, направленных на изучение ранних этапов антропогенного эвтрофирования озер, которые отмечены дипломом участника ВДНХ СССР.

С 1986 г. Нина Михайловна возглавляет кафедру общей экологии БГУ имени В. И. Ленина. Н. М. Крючкова — признанный специалист в области изучения продуктивности водоемов и трофодинамики пресных вод, активный участник многих всесоюзных и международных совещаний, симпозиумов, конференций. В 1985 г. Нина Михайловна была командирована в Дрезденский технический университет, где принимала участие в совместных исследованиях по теме «Защита естественных водных ресурсов».

Н. М. Крючкова — автор более 100 научных работ. Под ее руководством выполнены и защищены две кандидатские диссертации.

Много сил и времени Нина Михайловна уделяет учебно-методической, научно-организационной и общественной работе. Она является заместителем председателя специализированного совета по защите кандидатских диссертаций при Институте зоологии АН БССР, членом научного совета АН СССР по проблемам гидробиологии, ихтиологии и использования биологических ресурсов водоемов, Белорусского комитета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МаВ), бюро Белорусского отделения Всесоюзного гидробиологического общества и др. Нина Михайловна является председателем общества «Знание» биологического факультета.

Н. М. Крючкова неоднократно награждалась Почетными грамотами ректората БГУ имени В. И. Ленина. Глубокая эрудиция, энергия и трудолюбие, отзывчивость и доброжелательное отношение к людям снискали Нине Михайловне большой авторитет и уважение студентов и коллег.

Н. М. Крючкова встречает свое пятидесятилетие в расцвете творческих сил, энергии и новых замыслов. Преподаватели, студенты и сотрудники биологического факультета, редколлегия журнала «Вестник БГУ имени В. И. Ленина» сердечно поздравляют Нину Михайловну Крючкову с юбилеем, желают ей крепкого здоровья, счастья, творческих успехов.

РЕФЕРАТЫ

УДК 541.1

Кулак А. И. Фотоиндуцированные окислительно-восстановительные процессы в электродных системах на основе полупроводниковых гетероструктур и энергетически неоднородных полупроводников // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Обобщены результаты исследования фотоэлектрохимических окислительных, восстановительных и релаксационных процессов в электродных системах на основе полупроводниковых гетероструктур (гетеропереходов типа n^+-n —Si—Bi₂O₃, W—WO₃—TiO₂, CdO—CdS, систем полупроводник—краситель, полупроводник—частицы металлов и др.). Показана возможность использования результатов, полученных на гетероструктурах, для моделирования процессов на поверхности индивидуальных полупроводников с выраженной энергетической неоднородностью.

Библиогр. 46 назв., ил. 3.

УДК 77.023.741 : 771.531.27

Врублевский А. В., Хвалюк В. Н., Рахманов С. К. Усиление серебряного изображения на радиографической бумаге методом диспергирования серебра // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Рассматриваются сенситометрические характеристики радиографической бумаги РТБ-3, достигаемые при усилении химически проявленного изображения методом диспергирования серебра. Показано, что эффективность усиления сильно зависит от условий окислительно-восстановительной обработки изображения и может быть весьма значительной (величина коэффициента усиления изображения достигает 2,5—3,0). Указанный метод позволяет также увеличить контрастность изображения (γ возрастает с 1,3 до 3—5), снизить уровень фотографической вуали, что расширяет возможности практического применения радиографических бумаг.

Библиогр. 9 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 536.7 : 541.11 : 541.113

Френкель М. Л., Козыро А. А., Смирский В. В., Красулин А. П., Кабо Г. Я. Термодинамические свойства фенилкарбамида и 1,3-дифенилкарбамида // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Методом бомбовой калориметрии сгорания определена стандартная энтальпия образования (кДж·моль⁻¹) фенилкарбамида $\Delta_f H^\circ$ (298,15; кр) = $-218,57 \pm 2,38$ и 1,3-дифенилкарбамида $\Delta_f H^\circ$ (298,15; кр) = $-116,83 \pm 4,43$. Интегральным эффузионным методом Кнудсена измерено давление насыщенного пара над кристаллическими фенилкарбамидом (367—418 К) и 1,3-дифенилкарбамидом (408—453 К). Энтальпия сублимации фенил- и 1,3-дифенилкарбамида при 393 и 431 К соответственно равна $119,9 \pm 1,4$ и $133,9 \pm 1,6$ кДж·моль⁻¹. Энтропия неравновесной сублимации (Дж·моль⁻¹ К⁻¹) составляет для фенилкарбамида: $\Delta_s S^\circ$ (393 К) = $209,1 \pm 4,1$; для 1,3-дифенилкарбамида: $\Delta_s S^\circ$ (431 К) = $211,5 \pm 4,1$. Стандартные энтальпии образования фенил- и 1,3-дифенилкарбамида в газообразном состоянии $-98,64 \pm 2,78$ и $17,05 \pm 4,71$ кДж·моль⁻¹ соответственно. Значения инкрементов замены атомов водорода амидной группы на фенильную группу в кристаллическом и газообразном состояниях составляют 108 и 126 кДж·моль⁻¹ соответственно.

Библиогр. 14 назв., табл. 3.

УДК 595.768.12

Гариб М. Биология ивового листоеда *Gonioctena viminalis* (Coleoptera, Chrysomelidae) в условиях Белоруссии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Рассмотрены особенности питания и цикла развития листоеда *Gonioctena viminalis* в условиях Белоруссии.

Библиогр. 4 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 582.4/9 + 581.9

Сауткина Т. А. К характеристике видов рода *Galium* L.—Подмаренник // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Представлены результаты изучения критического рода Подмаренник. Дается новый дихотомический ключ для определения видов подмаренников, произрастающих на территории Белоруссии. Уточнены признаки близких и критических видов.

Библиогр. 3 назв.

УДК 911.3

Переспечко А. С. Концепция регионализма в западной электоральной географии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Дана оценка некоторых работ западных политико-географов (Ж. Готтмана, С. Липсета, Д. Элазара, С. Паттерсона, П. Клаваля), где рассматривается воздействие процесса территориальной социализации, региональных политических субкультур и секционизма в голосовании на географию влияния партий. Выявлены позитивные и негативные стороны применения концепции регионализма в электорально-географических исследованиях.

Библиогр. 16 назв., ил. 1.

УДК 338:91(С)

Загорец И. В. Проблемы малых городских поселений на современном этапе // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Ставится вопрос о перспективности малых городских поселений как формы расселения, анализируются основные проблемы их развития.

Библиогр. 9 назв.

УДК 552.553

Демидович Л. А. Палеогеоморфологические основы структурно-литогенетического метода изучения осадочных толщ // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

На основании многолетних исследований особенностей формирования состава и физических свойств пород в пределах различных структурных элементов обосновывается структурно-литогенетический метод анализа, изучения и прогнозирования условий образования и постседиментационных изменений пород в пределах конседиментационных структур различного порядка, геоморфологически выраженных в рельефе дна бассейна седиментации. Этот метод является логическим продолжением формационного и литолого-фашиального методов, позволяющих на стадиях зонального и локального изучения территорий прогнозировать литолого-физические свойства разреза.

Библиогр. 10 назв., табл. 1.

УДК 551.4:330.15

Витченко А. Н. Методика крупномасштабных исследований агроэкологического потенциала ландшафтов сельскохозяйственных территорий // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Рассматривается методика крупномасштабных исследований агроэкологического потенциала ландшафтов сельскохозяйственных территорий с применением ландшафтного подхода и использованием динамико-статистической модели, базирующейся на концепции максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур.

Библиогр. 7 назв.

УДК 911.3:338.4

Проужник И. И., Рунге Е. Социально-экономическая и территориальная структура Катовицкого воеводства ПНР // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Показаны особенности отраслевой структуры промышленности и занятости населения ведущего индустриального региона ПНР. Отмечены сложность экологической ситуации и задачи совершенствования структуры Верхнесилезского промышленного округа. С использованием методов таксономического анализа выделено 6 типов экономико-географических районов, проведена социально-экологическая типология городов.

Библиогр. 3 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 543.253:543.8

Свириденко В. Г., Пролесковский Ю. А., Короткова К. И. Одновременное полярографическое определение содержания меди и свинца при анализе вод // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Метод переменного-токовой полярографии использован для одновременного определения содержания меди и свинца в высокоминерализованных пластовых и сточных водах, почвенных вытяжках на 1М азотнокислом фоне.

Библиогр. 5 назв., табл. 1.

УДК 550.42

Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А. О техногенных выбросах на химических предприятиях БССР // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2.

Дана характеристика техногенных выбросов химического комплекса БССР по тяжелым металлам. Предложены пути исследований снижения негативного воздействия тяжелых металлов на окружающую природную среду.

Библиогр. 4 назв.