

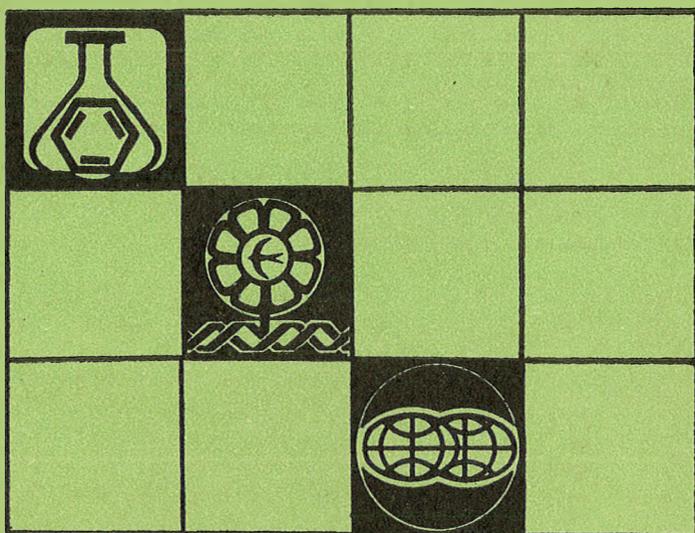
1

СЕРИЯ 2, 1989

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В.И. Ленина

Химия
Биология
География



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Гурин В. С., Рахманов С. К. Фотовосстановительная природа процесса формирования скрытого изображения в пленочных слоях металл — иодид свинца	3
Праценко В. Е., Бильдюкевич А. В., Капуцкий Ф. Н. Изучение свойств гемодиализных мембран, полученных из растворов целлюлозы в системе диметилацетамид — хлорид лития	7
Френкель М. Л., Кабо Г. Я. Расчет термодинамических свойств азотсодержащих гетероциклических соединений по молекулярным данным. I. Полиазины	10
Петряев Е. П., Глуценок Т. Г., Павлов А. В., Горбачев В. М., Шабан Н. Л. Радиационно-химическая обработка соломы	17
Мальченко С. Н., Горошко Н. Н., Байков М. В., Чудаков В. А., Холмечский А. О., Мисевич О. В. Изучение процесса формирования пленок оксида железа (III) из коллоидных растворов магнетита	21
Бражникова Л. Ю., Круль Л. П. Прививочная полимеризация акриловой кислоты к полиэтилену в расплаве	27
Притыцкая Т. С., Морозова Т. К., Масалов Н. В., Сорокин В. Л., Порошков В. В. Полимеризационное наполнение стирола аэросилом в присутствии алкоксидных соединений титана, содержащих ацилоксидные и пероксидные радикалы	30

БИОЛОГИЯ

Будько Д. Ю., Мороз Л. Л., Шалатонин В. Т. Устройство для микроэлектродного исследования основных электрофизиологических характеристик клеток	33
Терехович В. Ф., Бурко Н. Е. Влияние антропогенного воздействия на распределение и численность мелких млекопитающих Полесья	35
Сауткина Т. А. Род <i>Galium</i> L. во флоре Белоруссии	39
Иконников В. Ф. Межгодовая цикличность некоторых биологических характеристик экосистемы Нарочанских озер	43
Мороз Л. Л., Казакевич В. Б., Петрашевская Н. Н. Действие метиленового синего на ионные токи нейронов	46
Бурко Л. Д. Аллометрия трубчатых костей птиц	49

ГЕОГРАФИЯ

Московкин В. М., Широков В. М., Мануйлов М. Б., Роненко О. П. Имитационная стохастическая модель функционирования искусственного пляжа как полидисперсной системы	53
Гурьянова Л. В. Особенности распределения температуры воды в малом озере-охладителе ТЭС	57
Манак Б. А. Современная миграционная ситуация в БССР	60
Синякович С. Г. Теоретические аспекты исследования геосистем методами дистанционной спектроскопии	64

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Торгашов В. И., Цванкин Д. Я., Герт Е. В. Методика получения рентгенограмм неустойчивых соединений на примере тринитрата целлюлозы	68
Тарасевич Е. И., Позняк А. В. Критерии оценки митотической активности при облучении семян гречихи	70
Ермоленко В. А., Жmoidяк Р. А. Мониторинг Припятского артезианского бассейна на основе картографирования гидрогеохимии стронция	72

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Вячеслав Михайлович Широков	74
Геннадий Алексеевич Браницкий	75

ФЕВРАЛЬ

1

СЕРИЯ 2, 1989

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В.И. Ленина

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1969 года
один раз в четыре месяца

**Химия
Биология
География**



МИНСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО
"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. № 1

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

Сдано в набор 21.11.88. Подписано в печать 20.01.89. АТ 10166. Формат
70×108^{1/16}. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-
отт. 7,52. Уч.-изд. л. 7,74. Тираж 680 экз. Заказ 1318. Цена 85 к.

Издательство «Университетское». 220048, Минск, проспект Машеро-
ва, 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.

© Вестник БГУ имени В. И. Ленина, 1989



УДК 77.023.42:772.295

В. С. ГУРИН, С. К. РАХМАНОВ

ФОТОВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ПРИРОДА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СКРЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПЛЕНОЧНЫХ СЛОЯХ МЕТАЛЛ — ИОДИД СВИНЦА

Пленочные слои металл — иодид свинца с физическим проявлением (ФП) [1—7] занимают особое место среди фотографических систем на основе галогенидов благородных металлов, включая системы с химическим усилением эффекта действия света [1]. Это определяется их уникальными для бессеребряных фотографических слоев информационными свойствами в негативном процессе: высокой светочувствительностью (более 0,01 ед. ГОСТ), значительной разрешающей способностью, достаточной для записи голограмм при пространственных частотах 5000 мм^{-1} и элементов микроизображений с линейными размерами 0,4 мкм и квантовой эффективностью детектирования ($10^{-3} \%$) [1, 2, 8, 9].

Результаты исследования этого процесса, полученные с использованием фотографического метода, методов электронной микроскопии и контактной разности потенциалов [1, 2, 10—12], свидетельствуют о том, что его «движущей силой» является локализация фотоэлектронов на центрах чувствительности (ЦЧ), сформированных при участии мелкодисперсных частиц напыленного металла.

В предлагаемом сообщении рассматриваются экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что процесс формирования скрытого изображения (СИ) в пленочных слоях металл — иодид свинца не является сугубо фотоэлектрическим и представляет собой фотовосстановление мелкодисперсной фазы частично окисленного металла, составляющей ЦЧ. Эти данные получены с использованием методов буферной редокс-обработки и электрохимического в комплексе с фотографическим методом, что обеспечивало получение результатов, относящихся именно к процессу формирования СИ.

Экспериментальная часть

Методика приготовления, экспонирования и химико-фотографической обработки пленочных слоев типа металл — иодид свинца с использованием растворов серебряных ФП рассмотрена в [1, 4, 12]. Объектами нашего исследования выбраны слои на основе иодида свинца, содержащие одну из следующих добавок: Cu, Sn, In, Ag, Au, Au+Cu₂S.

Методика буферной редокс-обработки широко применяется в галогенсеребряной фотографии [13—15] в целях изучения энергетических характеристик формирующихся в эмульсионном слое активных центров различной природы, включая центры СИ и центры проявления (ЦП). Методика, использовавшаяся в настоящей работе, принципиально не отличалась от рассмотренной в [13—16]. Редокс-устойчивость характеризуется величиной полупотенциала окисления ($E_{1/2}$, мВ), получаемой из кривых зависимости приведенной оптической плотности (D/D_0 , где D_0 — оптическая плотность однотипного образца после обработки в во-

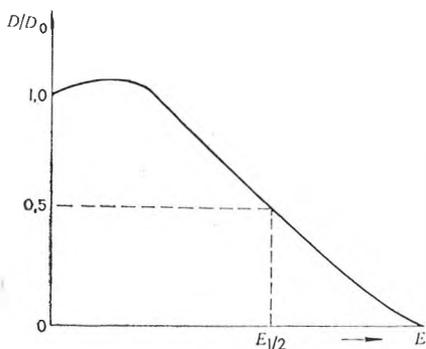


Рис. 1. Типичная кривая зависимости приведенной оптической плотности проявленных пленочных слоев металл — иодид свинца, подвергнутых после экспонирования и частичного проявления в растворе серебряного ФП буферной редокс-обработке, от редокс-потенциала буферного раствора

ра в растворе серебряного ФП. Измерения вели с помощью потенциостата П-5827 М. Электродом сравнения служил насыщенный хлорсеребряный электрод, а вспомогательным — платиновый. Поляризация проводилась в 0,5 М растворе нитрата калия.

Результаты и их обсуждения

При контакте экспонированных пленок металл (Cu, Ag, Au, Au + Cu₂S) — PbI₂ с водой слой иодида свинца растворяется, однако это не приводит к немедленному разрушению сформированного в них негативного СИ. Зависимость относительной устойчивости «обнаженных» центров СИ от природы содержащегося в пленочном слое металла в условиях контакта с атмосферой соответствует аналогичной зависимости для центров СИ в экспонированных пленках металл — иодид свинца [16].

Редокс-устойчивость негативного СИ в рассматриваемых пленочных слоях существенно зависит от природы входящей в их состав добавки (металл). Аналогичная картина сохраняется и для сформированных в этих пленках ЦП (см. таблицу). Зависимость редокс-устойчивости сформированных в пленках СИ и ЦП от природы содержащегося в этих

Значения $E_{1/2}$ ($\Delta = \pm 5$ мВ) для сформированных при различных экспозициях в пленочных слоях типа металл — иодид свинца центров негативного СИ (а) и соответствующих ЦП, образованных при контакте экспонированных пленок с раствором серебряного ФП* в течение 2 с (б)

Н, лк.с	Sn	Ag	In	Cu	Au	Au+Cu ₂ S
а						
30000	—	260	—	305	330	470
10000	—	260	—	300	330	450
3000	—	260	—	280	325	405
1000	—	250	—	265	320	385
б						
30000	400	425	455	460	480	485
10000	390	415	455	455	480	460
3000	390	395	445	455	475	415
1000	385	360	445	430	470	385

* Восстановитель — редокс-пара Fe³⁺ / Fe²⁺.

пленках металла согласуется с соответствующей зависимостью устойчивости полученного на них СИ при хранении. Таким образом, редокс-устойчивость негативного СИ последовательно возрастает в ряду пленочных слоев, содержащих Sn, Ag, In, Cu, Au, Au+Cu₂S.

С увеличением экспозиции редокс-устойчивость формируемых в пленочных слоях центров негативного СИ закономерно возрастает (рис. 2, а), достигая наибольшего значения в области экспозиций, соответствующих насыщению характеристической кривой. Таким же образом с ростом экспозиции изменяется редокс-устойчивость ЦП, формирующихся из центров негативного СИ.

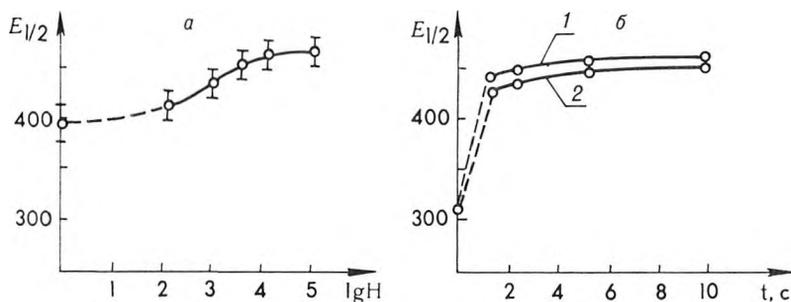


Рис. 2. Зависимость величины $E_{1/2}$ (относительно насыщенного хлор-серебряного электрода) для центров негативного СИ, формирующихся в пленочных слоях Cu—PbI₂, от величины экспозиции (H , лк·с) (а) и длительности контакта экспонированных пленок с раствором серебряного ФП (восстановитель Fe³⁺/Fe²⁺) (1) и с раствором AgNO₃ (2) (б)

Таким образом (см. таблицу, рис. 2), редокс-устойчивость ЦП, формирующихся в пленочных слоях металл — иодид свинца, существенно выше редокс-устойчивости соответствующих центров СИ. Важно отметить, что рост $E_{1/2}$ при переходе от центров СИ к ЦП в начальный момент контакта экспонированного слоя с раствором серебряного ФП носит скачкообразный характер (см. рис. 2, б). Следовательно, осаждение серебра из растворов ФП на центрах СИ происходит в данном случае без индукционного периода. Особенно существенно, что процесс формирования ЦП из центров СИ, регистрируемый по увеличению соответствующего значения $E_{1/2}$, происходит и при контакте экспонированных пленок металл — иодид свинца с раствором соли серебра, не содержащем восстановителя (см. рис. 2, б). Такая картина может быть связана с тем, что на начальном этапе процесс формирования ЦП из центров негативного СИ за счет осаждения на последних серебра из раствора является неавтокаталитическим.

В отличие от поляризационных кривых для неэкспонированных пленок металл — иодид свинца и для не содержащих напыленного металла пленок иодида свинца как экспонированных, так и не подвергавшихся экспонированию, такие кривые для экспонированных пленочных слоев Cu (Ag, Au) — PbI₂, для которых характерен эффект образования негативного СИ, содержат пики анодного окисления (рис. 3, а).

С увеличением экспозиции величина анодного тока, соответствующая пику окисления, возрастает, а сам пик смещается в область более положительных потенциалов. То же наблюдается в случае поляризационных кривых для напыленных на подложку частиц металлов при увеличении наноса металла (рис. 3, б). Следовательно, процесс электрохимического окисления центров негативного СИ в пленках металл — иодид свинца практически не отличается от такового для частиц соответствующего напыленного металла.

Экспериментально установленный факт сохранения функциональных свойств сформированных в пленках металл — иодид свинца центров негативного СИ, остающихся на подложке после удаления светочувстви-

тельного слоя иодида свинца водой и водными растворами, применяемыми для буферной редокс-обработки, делает сомнительным допущение о сугубо фотоэлектрическом характере процесса формирования в этих пленках указанных центров. Более обоснованно предположение о том, что СИ представляет собой продукт фотовосстановления ЦЧ, сформированных при участии напыленного металла, который может находиться на подложке в частично окисленной форме.

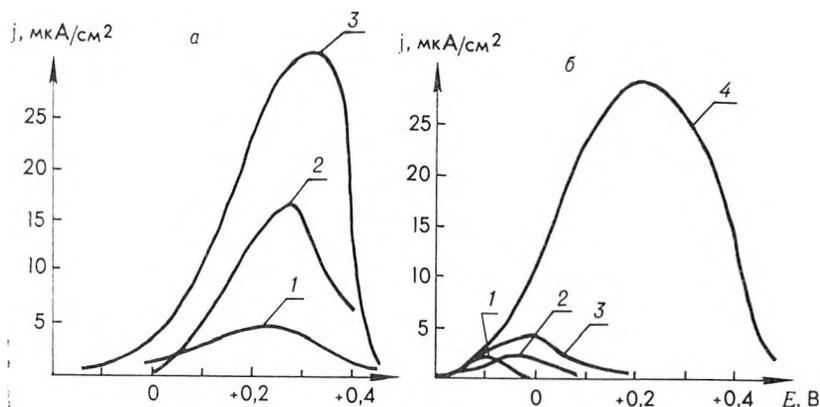


Рис. 3. Поляризационные кривые анодного окисления центров СИ, сформированных при различных экспозициях:

1 — 10^4 ; 2 — 10^5 ; 3 — $3 \cdot 10^5$ лк·с в пленках Cu-PbI_2 (а) и соответствующие кривые для частиц напыленной меди при наносах: 1 — $5 \cdot 10^{-8}$ г/см²; 2 — 10^{-7} ; 3 — $3 \cdot 10^{-7}$; 4 — 10^{-6} г/см² (б). Скорость развертки потенциала 10 мВ/с

Подтверждением этого являются данные, полученные в рамках электрохимического эксперимента на модельных слоях. Из соответствия кривых анодного окисления центров отрицательного СИ в пленках металл — иодид свинца и напыленных частиц входящего в состав указанных пленок металла (см. рис. 3) следует, что рассматриваемые центры СИ по своим свойствам не отличаются от указанных частиц. В пользу сделанного предположения свидетельствуют и экспериментальные данные, полученные в работе при использовании метода буферной редокс-обработки. Действительно, из характера зависимости редокс-устойчивости центров СИ и соответствующих им ЦП от природы содержащегося в пленочном слое металла и от величины экспозиции (см. рис. 2, таблицу 1) следует, что разрушение этих центров в буферных редокс-растворах осуществляется по электрохимическому механизму, а не является результатом простого переноса локализованных на центрах СИ фотоэлектронов с уровней энергии этих центров в раствор. Резкое увеличение $E_{1/2}$ при переходе от центров СИ к ЦП, особенно в растворе, содержащем ионы серебра без соответствующего восстановителя, также свидетельствует о том, что образование ЦП не может являться результатом восстановления этих ионов на ЦЧ, локализовавших некоторое (минимальное) число фотоэлектронов, и процесс формирования ЦП должен включать осаждение значительного количества серебра из раствора проявителя.

Список литературы

1. Sviridov V. V., Branitsky G. A., Rakhmanov S. K. et al. // Journ. Inf. Record. Mater. 1985. V. 13. N 1. P. 11.
2. Sviridov V. V., Rakhmanov S. K., Khvalyuk V. N. et al. // Proc. Intern. Congr. Photogr. Sci., Cologne. 1986. P. 519.
3. Рахманов С. К., Хвалюк В. Н., Гаевская Т. В. и др. // Журн. науч. и прикладн. fotogr. и кинематогр. 1983. Т. 28. № 5. С. 321.
4. Хвалюк В. Н., Рахманов С. К., Браицкий Г. А. Там же. № 1. С. 35.

5. Рахманов С. К., Хвалюк В. Н., Браницкий Г. А. и др. Там же. С. 73.
6. Браницкий Г. А., Рахманов С. К., Рагойша Г. А. и др. Там же. 1977. Т. 22. № 6. С. 457.
7. Рахманов С. К., Рагойша Г. А., Браницкий Г. А. и др. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1977. № 3. С. 60.
8. Рахманов С. К., Михайлов В. П., Браницкий Г. А. и др. // Письма в журн. техн. физ. 1977. Т. 3. С. 599.
9. Беленков В. В., Рахманов С. К., Кузьмичев А. А. и др. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1987. Т. 32. № 4. С. 277.
10. Рахманов С. К., Рагойша Г. А., Браницкий Г. А. и др. // ЖФХ. 1980. Т. 54. № 10. С. 2565.
11. Корзун Г. М., Рахманов С. К., Тявловский К. Л. и др. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1984. Т. 29. № 5. С. 363.
12. Браницкий Г. А., Рахманов С. К., Хвалюк В. Н. и др. Там же. 1986. Т. 31. № 4. С. 257.
13. Kawasaki M., Hada H., Otani Sh. // Journ. Phot. Sci. 1985. V. 33. N 1. P. 29.
14. Tani T. // Phot. Sci. Eng. 1983. V. 27. N 2. P. 75.
15. Berg W. F., Frei E. A. Ibid. 1969. V. 13. N 2. P. 81.
16. Гурин В. С., Рахманов С. К., Хвалюк В. Н. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1987. Т. 32. № 5. С. 347.

УДК 615.47.03:616:61-008.1-78

В. Е. ПРАЦЕНКО, А. В. БИЛЬДЮКЕВИЧ, Ф. Н. КАПУЦКИЙ

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГЕМОДИАЛИЗНЫХ МЕМБРАН, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАСТВОРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В СИСТЕМЕ ДИМЕТИЛАЦЕТАМИД — ХЛОРИД ЛИТИЯ

Пленки из регенерированной целлюлозы наиболее полно удовлетворяют требованиям, предъявляемым к гемодиализным мембранам [1]. Однако получение мембран через традиционные водосодержащие растворители связано со значительными трудностями, обусловленными многостадийностью технологического процесса, сложностью полной регенерации компонентов растворяющей смеси и осадительной ванны [2]. В то же время решение этого комплекса экономических и экологических проблем может быть осуществлено использованием для растворения целлюлозы неводных растворяющих систем [3].

В данной работе представлены результаты изучения основных функциональных характеристик мембран, полученных из растворов целлюлозы в системе диметилацетамид (ДМАА) — хлорид лития.

Экспериментальная часть

Для получения мембран использовали сульфатную целлюлозу со степенью полимеризации 560 (вискозиметрически, в кадоксене [4]), ДМАА и хлорид лития марки «ч».

Приготовление растворов целлюлозы включало предварительную активацию полимера в среде ДМАА в течение 30—40 мин при 165 °С, после чего в систему вводился хлорид лития. Смесь перемешивалась до получения прозрачного, слегка желтоватого раствора, без видимых нерастворившихся частиц полимера. Среднее время приготовления концентрированного раствора 4—6 ч. Концентрация полученных растворов 3—6 %, содержание хлорида лития 6,0—10,0 %.

Однородные по толщине пленки получали методом сухо-мокрого формования. Обезвоздушенный целлюлозный раствор наносился на полированную стеклянную подложку с помощью мажущей фильеры с фиксированным зазором ножа 150 мкм. Это позволяло получать пленки толщиной в сухом виде 13—18 мкм.

Нанесенную таким образом пленку раствора вместе с подложкой погружали в осадительную ванну, в качестве которой использовалась вода, а также смесь вода — ДМАА — хлорид лития с различным содержанием компонентов.

Полученная пленка отмывалась от растворителя, пластифицировалась 5 %-ным водным раствором глицерина и высушивалась при 85 °С.

Диализную (P , см/мин), ультрафильтрационную (U , мл/мин · см² · мПа) проницаемость, а также задерживающую способность пленок изучали в соответствии с рекомендациями [5].

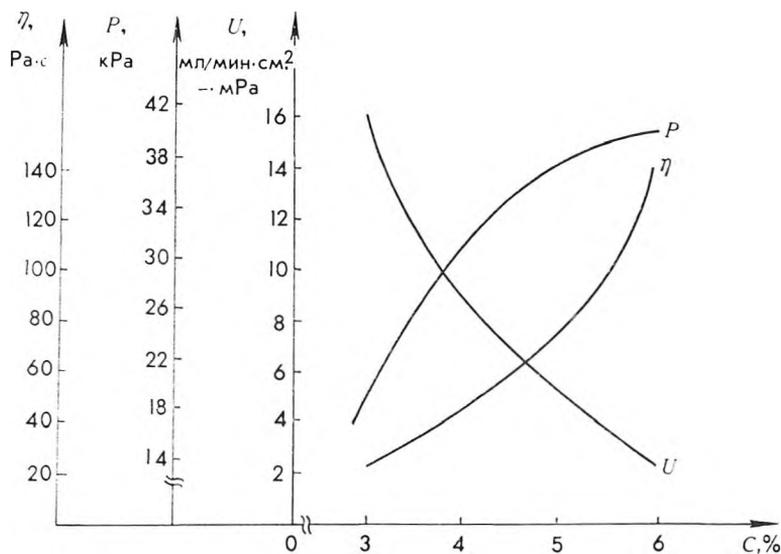
Разрывное давление ($P_{\text{разр.}}$, кПа) устанавливали по методике [6]. Площадь мембраны в ячейке составляла 13,8 см².

Вязкость формовочных растворов определяли методом «падающего шарика» на вискозиметре Хепплера типа ВН-2 (ГДР).

Теплоту активации вязкого течения (ΔE) растворов определяли по тангенсу угла наклона зависимости $\ln \eta$ от обратной температуры, которая в исследуемом интервале (20—60 °С) была прямолинейной.

Результаты и их обсуждения

Пространственная структура полимера, образующаяся при диффузии осадителя в полимерный раствор, может претерпевать значительные изменения, вызываемые сменой условий фазового разделения. Конечная структура мембраны определяется рядом факторов, наиболее существенные из которых вид системы полимер — растворитель и раствор полимера — осадитель. В этой связи исследовано влияние как «внутренних» (концентрация соли, растворителя и полимера), так и «внешних» факторов (состав и температура осадительной ванны) на формируемую структуру мембраны. Изученные закономерности позволили оценить 4,5 %-ные растворы целлюлозы в ДМАА — LiCl как наиболее приемлемые для переработки и получения пленок необходимого качества (см. рисунок).



Влияние концентрации целлюлозы в диметилацетамиде, содержащем 8 масс. % хлорида лития на вязкость формовочных растворов и свойства получаемых мембран

Зависимость свойств растворов и характеристик мембран, получаемых на их основе, аналогично концентрационной наблюдается при изменении концентрации хлорида лития в растворяющей смеси. Проследживается четкая корреляция между вязкостью, активационными параметрами вязкого течения растворов и транспортными характеристиками мембран (табл. 1).

Увеличение плотности и упорядоченности флуктуационной сетки полимера в растворах приводит к уплотнению структуры формируемых мембран: закономерно уменьшается гидравлическая проницаемость при одновременном возрастании задерживающей способности мембран по отношению к веществам со «средней» молекулярной массой.

Достаточно экстремальный характер зависимости транспортных и

механических свойств пленок от степени жесткости осадителя подтверждается данными, представленными в табл. 2. Лучшие результаты достигаются при использовании осадительной ванны с соотношением компонентов вода — (ДМАА — LiCl) 70:30. Этот состав осадителя вполне приемлем и с точки зрения технологии промышленного производства.

Таблица 1

Влияние концентрации хлорида лития на свойства растворов и функциональные характеристики мембран, полученных на их основе

Содержание хлорида лития, масс. %	Свойства растворов				Характеристики мембран			
	η , Па·с	ΔE , кДж \times моль ⁻¹	ΔH , кДж \times моль ⁻¹	$-\Delta S$, кДж \times моль ⁻¹	U , мл/мин \times см ² \times мПа	R, %		$P_{\text{разр.}}$ кПа
						витамин В ₁₂	инулин	
6,0	28,0	30,6	45,9	15,3	10,1	12,0	41	23
6,5	34,4	31,0	47,2	16,2	8,6	12,8	45	28
7,5	42,0	32,6	47,9	16,3	7,5	13,1	53	35
8,5	71,5	32,8	49,3	16,5	5,8	14,0	76	38
10,0	136,5	34,4	53,1	18,7	3,8	17,6	91,5	40

Таблица 2

Влияние состава осадительной ванны на свойства мембран и сравнительные данные для основных промышленных гемодиализных пленок

Отношение компон. осадительной ванны Н ₂ O — (ДМАА·LiCl)	U , мл/мин \times см ² \times мПа	$P \cdot 10^2$, см·мин ⁻¹		R, %		Толщина, мкм		$P_{\text{разр.}}$ кПа
		мочевина	витамин В ₁₂	витамин В ₁₂	инулин	мембраны		
						сухие	мокрые	
100:0	6,9	76	8,8	12,8	60	22	56	32
90:10	7,2	78	9,0	12,2	56	25	55	33
80:20	8,2	80	9,4	11,0	51	23	54	35
70:30	8,5	83	10,2	10,3	46	22	51	37
60:40	8,0	81	9,6	10,5	52	23	56	33
Купрофан-150Р	3,0	54	4,8	18	88	12	24	38
Купрофан-210М	6,1	55	8,3	—	—	13	26	41
Ультрацелл	9,0	60	7,4	15,3	81	15	28	39

Таблица 3

Влияние температуры осадительной ванны на транспортные и механические показатели экспериментальных мембран

Температура осадительной ванны, °С	U , мл/мин \cdot см ² , мПа	R, %		Толщина, мкм		$P_{\text{разр.}}$ кПа
		витамин В ₁₂	инулин	мембраны		
				сухие	мокрые	
5	5,8	13,4	64	22	53	36
20	7,0	12,7	60	21	55	31
30	7,5	12,2	53	23	51	27
50	8,8	11,5	43	19	48	22
60	9,0	9,7	50	24	58	19
90	10,2	7,9	44	22	51	15

Непосредственно влияет на структуру формируемых пленок и температура фазового разделения. Данные табл. 3 в целом подтверждают ряд общих закономерностей формирования структуры пленок. Повыше-

ние температуры осадительной ванны приводит к росту гидравлической проницаемости мембран и снижению коэффициента задерживания. Одновременно уменьшается и механическая прочность пленок из-за увеличения нарушений упорядоченности их структуры. Особенно резкое падение прочности наблюдается при температуре осадительной ванны выше 50 °С. Следует отметить, что колебания толщины набухших пленок (до 20 %) вызывают некоторое искажение общей закономерности изменения характеристик мембран.

Сопоставление характеристик мембран, полученных из растворов целлюлозы в системе ДМАА — LiCl, показывает, что экспериментальные мембраны отличаются высокими значениями гидравлической и диализной проницаемости, в 1,5—2 раза превосходящими значения промышленных пленок. Опытные мембраны отличаются высокими показателями эффективности удаления метаболитов со «средней» молекулярной массой. Высокие транспортные характеристики мембран объясняются малой степенью упорядоченности надмолекулярной структуры пленок. В ряде случаев это приводит к снижению механической прочности образцов, но эксплуатационные показатели большинства экспериментальных мембран могут быть признаны приемлемыми и практически соответствуют значениям мембран «Купрофан» — наиболее распространенных гемодиализных пленок. Немаловажным является и введение в мембраны минимального количества пластификатора (в 3—6 раз меньше, чем для промышленных аналогов). Это позволяет существенно снизить вероятность возникновения нежелательных осложнений, вызываемых вымыванием пластификатора из мембраны в кровь пациента [7].

Таким образом, проведенные исследования показали, что после соответствующих лабораторных доработок экспериментальные мембраны могут быть предложены для клинических испытаний.

Список литературы

1. Полимеры медицинского назначения. М., 1981. С. 53.
2. Зезин А. Б., Эльце фон Б. С. // Итоги науки и техники: Химия и технология высокомолекулярных соединений. М., 1976. Т. 10. С. 96.
3. Бильдюкевич А. В., Праценко В. Е., Каталевский Е. Е., Дубяга В. П. // Тез. докл. Всесоюз. конференц.: Химия, технология и применение целлюлозы и ее производных. Черкассы, 1985. С. 8.
4. Болотникова Л. Р., Данилов С. Н., Самсонова Т. И. // ЖПХ. 1966. Т. 39. № 1. С. 176.
5. Венгерова Н. А., Высотина Т. А., Селина Т. М. и др. // Хим.-фармацевт. журн. 1980. № 7. С. 32.
6. Венгерова Н. А., Высотина Т. А., Куценко О. Б. и др. Там же. 1979. № 6. С. 93.
7. Левина С. Я., Перова Н. М., Лаппо В. Г., Каминская Н. М. // Третья Всесоюз. конференц. по мембранным методам разделения смесей. Владимир, 1981. Ч. 2. С. 341.

УДК 536.758+547.85

М. Л. ФРЕНКЕЛЬ, Г. Я. КАБО

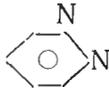
РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПО МОЛЕКУЛЯРНЫМ ДАННЫМ. I. ПОЛИАЗИНЫ

Настоящая работа выполнена с целью получения системы термодинамических данных для шестичленных азотсодержащих гетероциклических соединений, важных в промышленном отношении и представляющих теоретический интерес, а также для демонстрации эффективности сочетания статистических расчетов с аддитивными оценками.

Статистические расчеты термодинамических функций выполнены в приближении «жесткий ротатор — гармонический осциллятор» для

5 полиазинов: пиридазина, пиримидина, пиразина, триазина-1, 3, 5 и тетразина-1, 2, 4, 5.

Исходные молекулярные и спектральные данные, использованные при выполнении статистических расчетов, приведены ниже.



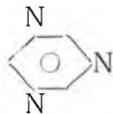
Пиридазин. Молекулярная масса 80,089, группа симметрии C_{2v} , число симметрии наружного вращения $\sigma=2$ (идентичность E и ось второго порядка C_2). Произведение главных центральных моментов инерции, вычисленное нами на основании структурных параметров, определенных по данным рентгеноструктурного анализа [1], составило $I_A I_B I_C = 5,37 \cdot 10^{-114} \text{ г}^3 \cdot \text{см}^6$. Колебательные вклады рассчитывались исходя из значений частот колебаний, приведенных в [1]: 367, 421, 619, 661, 751, 760, 906, 936, 962, 987, 1006, 1052, 1063, 1158, 1239, 1283, 1414, 1446, 1565, 1578, 3060 (4) см^{-1} . Зависимость $\Delta_f H^0(T)$ вычислялась на основании величины $\Delta_f H_{298}^0 = 278,32 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ [2].



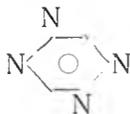
Пиримидин. $M=80,089$, группа симметрии C_{2v} , $\sigma=2$ (E, C_2). По структурным параметрам, определенным в [3], вычислено произведение главных центральных моментов инерции $I_A I_B I_C = 4,96 \cdot 10^{-114} \text{ г}^3 \cdot \text{см}^6$. На основании [1] выбраны частоты: 344, 394, 623, 667, 679, 724, 814, 870, 980, 991, 1053, 1074, 1137, 1160, 1227, 1304, 1393, 1466, 1566 (2), 3050 (4) см^{-1} . $\Delta_f H_{298}^0 = 196,61 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ [2].



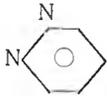
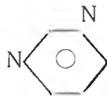
Пиразин. $M=80,089$, группа симметрии D_{2h} , $\sigma=4$ ($E, 3C_2$). Произведение главных центральных моментов инерции пиразина $I_A I_B I_C = 5,09 \cdot 10^{-114} \text{ г}^3 \cdot \text{см}^6$ вычислено по структурным параметрам, определенным в [4, 5]. Частоты колебаний, отобранные в [1] на основании сопоставления нескольких теоретических и экспериментальных работ 400, 417, 609, 641, 703, 753, 786, 925, 950, 1015, 1021, 1063, 1135, 1232, 1346, 1350, 1413, 1490, 1523, 1534, 3070 (4) см^{-1} , использованы нами для вычисления колебательных вкладов в термодинамические функции. $\Delta_f H_{298}^0 = 196,06 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ [2].

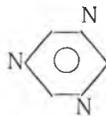
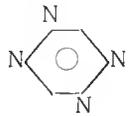


Триазин-1, 3, 5. $M=81,077$, группа симметрии D_{3h} , $\sigma=6$ ($E, 3C_2, 2C_3$). Произведение главных центральных моментов инерции $I_A I_B I_C = 4,48 \cdot 10^{-114} \text{ г}^3 \cdot \text{см}^6$ вычислено нами на основании структурных параметров, приведенных в [6]. Частоты нормальных колебаний взяты из [1]: 340 (2), 676 (2), 737, 830 (2), 925, 992, 1068, 1132, 1174 (2), 1278, 1410 (2), 1556 (2), 3050 (3) см^{-1} . Значение $\Delta_f H_{298}^0 = 239,20 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$ получено в [7] аддитивно-групповым методом.



Значения термодинамических функций полиазинов в состоянии идеального газа
(размерность S_T^0 , $(-G_T^0 - H_T^0)/T$, $(H_T^0 - H_0^0)/T$, c_p [Дж·моль⁻¹·К⁻¹], $\Delta_f H_T^0$, $\Delta_f G_T^0$ [кДж·моль⁻¹])

Вещество	T, К	298,15	300	400	500	600	700	800	900	1000
Пиридазин 	S_T^0	281,41	281,85	307,05	331,80	355,54	377,98	399,02	418,78	437,33
	$(-G_T^0 - H_T^0)/T$	235,47	235,73	250,39	264,20	277,45	290,24	302,54	314,34	325,72
	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	45,94	46,12	56,64	67,60	78,09	87,74	96,48	104,44	111,61
	c_p	74,92	75,42	100,52	121,73	138,71	152,22	163,14	172,13	179,62
	$\Delta_f H_T^0$	278,3	278,2	274,1	271,1	269,0	267,7	266,9	266,5	266,5
	$\Delta_f G_T^0$	336,2	336,5	356,6	377,6	399,2	421,0	442,9	464,9	487,0
Пиримидин 	S_T^0	282,50	282,96	308,56	333,49	357,38	379,81	400,99	420,86	439,34
	$(-G_T^0 - H_T^0)/T$	235,66	235,95	250,91	264,92	278,37	291,24	303,69	315,69	327,20
	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	46,84	47,01	57,65	68,57	79,01	88,57	97,30	105,17	112,14
	c_p	76,42	76,88	101,56	122,44	139,17	152,55	163,39	172,30	179,74
	$\Delta_f H_T^0$	196,6	196,5	192,5	189,6	187,6	186,4	185,6	185,3	185,2
	$\Delta_f G_T^0$	254,1	254,5	274,5	295,3	316,6	338,2	360,0	381,8	403,7
Пиразин 	S_T^0	275,41	275,87	301,09	325,77	349,40	371,76	392,78	412,41	430,91
	$(-G_T^0 - H_T^0)/T$	229,40	229,65	244,37	258,17	271,43	284,18	296,53	308,25	319,61
	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	46,01	46,22	56,72	67,60	77,97	87,58	96,25	104,16	111,30
	c_p	75,21	75,67	100,31	121,22	138,08	151,59	162,55	171,59	179,12
	$\Delta_f H_T^0$	196,1	196,0	191,9	188,8	186,7	185,3	184,5	184,5	184,0
	$\Delta_f G_T^0$	255,7	256,1	276,8	298,4	320,5	342,9	365,5	388,1	410,8

Вещество	T, К	298,15	300	400	500	600	700	800	900	1000
Триазин-1, 3, 5 	S_T^0	272,21	272,65	296,49	319,60	341,61	362,14	381,58	399,64	416,57
	$(-G_T^0 - H_0^0)/T$	226,29	226,57	241,07	254,48	267,20	279,14	290,89	301,99	312,63
	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	45,92	46,08	55,42	65,12	74,41	83,00	90,69	97,65	103,95
	c_p	71,95	72,37	94,28	112,98	127,96	139,88	149,46	157,24	163,68
	$\Delta_f H_T^0$	239,2	239,1	235,6	233,2	231,7	230,9	230,6	230,7	231,1
	$\Delta_f G_T^0$	307,2	307,6	331,0	355,1	379,7	404,4	429,2	454,1	478,9
Тетразин-1, 2, 4, 5 	S_T^0	274,24	274,69	297,00	318,45	338,72	357,73	375,28	391,82	407,17
	$(-G_T^0 - H_0^0)/T$	229,27	229,56	243,62	256,46	268,50	279,97	290,73	301,13	311,01
	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	44,97	45,13	53,38	61,99	70,22	77,76	84,55	90,69	96,16
	c_p	68,02	68,39	87,80	104,41	117,58	127,96	136,16	142,72	148,08
	$\Delta_f H_T^0$	450,9	450,8	447,8	446,0	446,1	444,9	445,1	445,8	446,6
	$\Delta_f G_T^0$	525,6	526,1	551,7	577,9	604,4	630,9	657,5	684,0	710,5

Тетразин-1, 2, 4, 5. $M=82,07$, группа симметрии D_{2h} , $\sigma=4$ ($E, 3C_2$). Исходя из данных по дифракции электронов [10] рассчитано произведение моментов инерции $I_A I_B I_C = 4,04 \cdot 10^{-114}$ г³·см⁶. Частоты колебаний, выбранные для расчета, взяты из [1]: 319, 340, 639, 737, 775, 890, 925, 990, 1085, 1106, 1187, 1200, 1278, 1434, 1489, 1543, 3040, 3070 см⁻¹. Величина $\Delta_f H_{298}^0$, рассчитанная аддитивно-групповым методом, составляет 450,91 кДж·моль⁻¹ [7].

Рассчитанные значения S_T^0 , c_p , $(H_T^0 - H_0^0)/T$, $(-G_T^0 - H_0^0)/T$, $\Delta_f H_T^0$, $\Delta_f G_T^0$ в приближении идеального газа представлены в табл. 1.

Для разработки процедуры аддитивного расчета термодинамических свойств используем схему, основанную на учете атом-атомных взаимодействий, ранее показавшую высокую эффективность при расчете энергетических характеристик молекул полиазинов [7] к расчету других термодинамических величин на базе результатов, полученных методами статистической термодинамики в настоящей работе. Тогда термодинамические свойства ряда полиазинов могут быть представлены в виде суммы по пяти параметрам:

$$P_i = \sum_{j=1}^5 A_{ij} X_j, \quad (1)$$

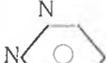
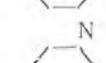
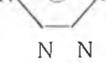
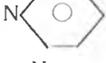
где $X_1 = P_{C_6H_6}$; $X_2 = P_{C_5H_5N} - P_{C_6H_6}$; $X_3 = P_{C_4H_4N_2-1,2} - P_{C_6H_6}$; $X_4 = P_{C_4H_4N_2-1,3} - P_{C_6H_6}$; $X_5 = P_{C_4H_4N_2-1,4} - P_{C_6H_6}$; $P_i - i$ -е термодинамическое свойство; A_{ij} —число взаимодействий типа J в расчете i -го свойства P . Мы приняли X_1 точно равным значениям соответствующих свойств бензола: $c_p(298K) = 81,65$; $(H_{298}^0 - H_0^0)/298 = 47,73$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹ [8]. Вклады в энтропию определялись для асимметричных значений $S_T^\sigma = S_T^0 + R \ln \sigma$, поскольку симметрия явно нарушает аддитивность S_T^0 . Поэтому значение X_1 для расчета энтропии, определенное на основании значения $S_{298}^0 = 269,20$ Дж × моль⁻¹·К⁻¹ [8] и $\sigma = 12$ (бензол относится к группе симметрии D_{6h}), составляет 289,80 Дж·моль⁻¹·К⁻¹. Ранее определены термодинамические функции пиридина [9], значения которых при 298,15 К составляют: $c_p = 78,10$; $(H_T^0 - H_0^0)/T = 46,81$; $S_T^0 = 282,80$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹. Учитывая, что для пиридина $\sigma = 2$ (группа симметрии C_{2v}), $S_T^\sigma = 288,50$ Дж·моль⁻¹ × К⁻¹. Таким образом, значения четырех параметров X_2, \dots, X_5 могут быть определены на основании величин соответствующих функций пяти полиазинов, полученных в настоящей работе в результате статистических расчетов, и пиридина. Матрица коэффициентов A_{ij} для полиазинов в данной аддитивной схеме приведена в [7]. Система шести линейных уравнений (1), соответствующих термодинамическим функциям шести полиазинов, с четырьмя неизвестными X_2, X_3, X_4 и X_5 минимизировалась методом нан-

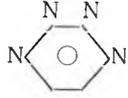
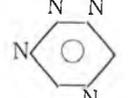
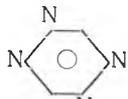
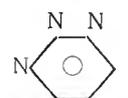
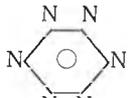
Таблица 2

Аддитивные постоянные (Дж·моль⁻¹·К⁻¹) для расчета термодинамических функций полиазинов в состоянии идеального газа ($T=298,15$ К)

Тип постоянной	Обозначение	Значение постоянной		
		S_T^σ	$(H_T^0 - H_0^0)/T$	c_p
$P_{C_6H_6}$	X_1	289,80	47,73	81,65
$P_{C_5H_5N} - P_{C_6H_6}$	X_2	-1,29	-0,81	-3,05
$P_{C_4H_4N_2-1,2} - P_{C_6H_6}$	X_3	-2,42	-1,67	-6,59
$P_{C_4H_4N_2-1,3} - P_{C_6H_6}$	X_4	-2,14	-1,35	-6,16
$P_{C_4H_4N_2-1,4} - P_{C_6H_6}$	X_5	-2,69	-1,61	-6,30

Сопоставление термодинамических данных, рассчитанных методом статистической термодинамики и по аддитивным вкладам ($T=298,15$ К) для состояния идеального газа

Соединение	Группа симметрии	σ	S_T^σ , Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹			$\frac{H_T^0 - H_0^0}{T}$, Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹			c_p , Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹		
			статистический расчет	аддитивность	Δ	статистический расчет	аддитивность	Δ	статистический расчет	аддитивность	Δ
	C_{2v}	2	288,50	288,51	0,01	46,81	46,92	0,11	78,10	78,60	0,50
	C_{2v}	2	287,18	287,38	0,20	45,94	46,06	0,12	74,92	75,06	0,14
	C_{2v}	2	288,27	287,66	0,61	46,84	46,38	0,46	76,42	75,49	0,93
	D_{2h}	4	286,91	287,11	0,20	46,01	46,12	0,11	75,21	75,35	0,14
	C_{2v}	2	—	286,69	—	—	45,47	—	—	71,46	—
	C_1	1	—	286,42	—	—	45,53	—	—	71,75	—
	D_{3h}	6	287,00	287,25	0,25	45,92	46,14	0,22	71,95	72,32	0,37

Соединение	Группа симметрии	σ	S_T^{σ} , Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹			$\frac{H_T^0 - H_0^0}{T}$, Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹			c_p , Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹		
			статистический расчет	аддитивность	Δ	статистический расчет	аддитивность	Δ	статистический расчет	аддитивность	Δ
	C_{2v}	2	—	285,29	—	—	44,89	—	—	67,66	—
	C_{2v}	2	—	286,17	—	—	45,21	—	—	68,09	—
	D_{2h}	4	285,74	285,62	0,12	44,97	44,95	0,02	68,02	67,95	0,07
	C_{2v}	2	—	285,53	—	—	44,58	—	—	63,80	—
	D_{3h}	12	—	285,33	—	—	44,22	—	—	59,45	—

меньших квадратов, а затем решалась методом Гаусса. Величины аддитивных вкладов в c_p , $(H_T^0 - H_0^0)/T$ и S_T^0 для $T = 298,15\text{K}$ представлены в табл. 2.

Эти постоянные описывают термодинамические свойства исходных полиазинов с очень высокой точностью, а термодинамические параметры остальных полиазинов, в том числе и гипотетических CHN_5 и N_6 , могут быть получены из соотношений типа (1) (табл. 3).

Следует отметить близость значения S_T^0 для всего семейства представленных полиазинов, которые отличаются не более чем на $\sim 3 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. С учетом чисел симметрии наружного вращения, приведенных в табл. 3, значения S_T^0 ($\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) для 298,15 К составляют: для триазина-1, 2, 3—280,93; триазина-1, 2, 4—286,42; тетразина-1, 2, 3, 4—280,13; для тетразина-1, 2, 3, 5—280,41; пентазина—279,77 и для гексазина—264,67.

Таким образом, сочетание строгих статистических расчетов с приближенными аддитивными методами является эффективным способом уменьшения дефицита термодинамических данных и проверки согласованности термодинамических величин.

Список литературы

1. Свердлов Л. М., Ковнер М. А., Крайнов Е. П. Колебательные спектры многоатомных молекул. М., 1970.
2. Cox J. D., Pilcher J. Thermochemistry of organic and organometallic compounds. L., 1970.
3. Wheatly P. J. // Acta cryst. 1960. V. 13. P. 80.
4. Wheatly P. J. Ibid. 1957. V. 10. P. 182.
5. Cox E. G., Cruickshank A. // Nature. 1955. V. 175. P. 766.
6. Lancaster J. E., Stoicheff B. P. // Canad. Journ. Phys. 1956. V. 34. P. 1016.
7. Исаев П. П., Исаева Г. А. // Журн. физ. хим. 1981. Т. 55. С. 2948.
8. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Г. Химическая термодинамика органических соединений. М., 1971.
9. McCullough J. P. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1957. V. 79. P. 4289.
10. Bertinotti F., Giacomello G. // Acta cryst. 1956. V. 9. P. 510.

УДК 541.15:547.458.81

Е. П. ПЕТРЯЕВ, Т. Г. ГЛУШОНОК, А. В. ПАВЛОВ,
В. М. ГОРБАЧЕВ, Н. Л. ШАБАН

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СОЛОМЫ

Радиационная обработка грубых целлюлозосодержащих кормов для улучшения их питательных свойств вызывает интерес вследствие возможности утилизации отходов сельскохозяйственного и промышленного производства (солома, опилки и т. д.). Однако использование высоких доз облучения [1, 2] препятствует широкому практическому применению радиационного метода вследствие дорогой обработки. Возможность снижения используемых доз облучения многие исследователи видят в комбинированной радиационной и химической [3], радиационной и тепловой [4] обработке целлюлозосодержащих материалов. Так, сочетание щелочной обработки с облучением способствует повышению скорости и глубины ферментативного гидролиза соломы ячменя по сравнению с воздействием щелочью и ионизирующим излучением отдельно [3, 5]. Тем не менее высокая концентрация щелочи (5; 7% массы) и дозы облучения 200, 500, 700 кГр не содействуют значительному улучшению экономических показателей предлагаемого способа обработки.

Ранее нами показано [6, 7], что воздействие ионизирующего излучения на солому дозами до 100 кГр заметно изменяет ее химический состав: возрастает содержание растворимых редуцирующих веществ, лег-

когидролизуемых полисахаридов, значительно снижается степень полимеризации ее целлюлозной части, уменьшается содержание трудногидролизуемых полисахаридов.

Эти изменения качественного состава соломы способствуют ферментативной переработке микроорганизмами пищеварительного тракта, что подтверждалось методом ферментативной обработки образцов соломы целлюлазными комплексами [8], а также опытами *in vitro* и *in vivo* [9].

Эффективность радиационно-химической обработки соломы и последующий ее ферментативный гидролиз существенно зависят от последовательности обработки ионизирующим излучением и химическими реагентами [10, 11].

В данной работе изучено влияние комбинированной обработки растворами щелочи и кислоты низкой концентрации и невысоких доз ионизирующего излучения на химический состав соломы пшеницы.

В качестве химических реагентов нами выбраны едкий натр и соляная кислота, которые оказались не только эффективными, но и самыми дешевыми и доступными в обработке.

Солому пшеницы исходной влажностью 8 % смешивали с раствором щелочи (кислоты) и доводили до влажности 70 %, затем помещали ее в полиэтиленовые пакеты и облучали на ускорителе электронов ИЛУ-6 (мощность 20 кВт, энергия электронов 1,8—2 МэВ) до накопления поглощенной дозы 0,1—100 кГр.

В работе исследуются четыре способа радиационно-химической обработки соломы: предварительная обработка щелочью (кислотой) и последующее облучение; облучение необработанной соломы с последующей обработкой щелочью (кислотой).

Предварительную обработку исследуемых образцов щелочью (кислотой) проводили растворами в концентрации 0,1; 1; 5 % (0,23; 2,3; 11,6 % массы соломы). Параллельно готовились образцы с обратной последовательностью обработки, т. е. вначале облучались, а затем обрабатывались растворами в тех же концентрациях. В обработанных образцах измеряли содержание редуцирующих веществ (РВ) [12, 13], легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) [14. С. 134], а также рассчитывали значения радиационно-химического выхода деструкции целлюлозы соломы $G(S)$ [15, 16] для различной последовательности обработ-

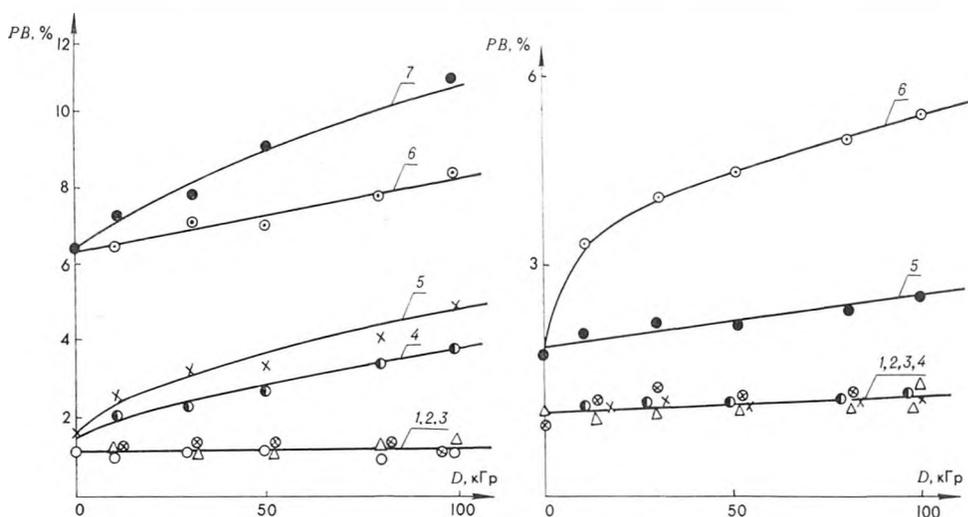


Рис. 1. Изменение содержания РВ в сухой соломе от дозы ионизирующего излучения (1) и при последовательной щелочно-радиационной обработке 0,1 (3), 1 (5), 5 %-ным (7); при радиационно-щелочной обработке 0,1 (2), 1 (4), 5 %-ным (6) раствором NaOH

Рис. 2. Изменение содержания РВ в соломе при последовательной кислотно-радиационной обработке 0,1 (1), 1 (3), 5 %-ным (5); радиационно-кислотной обработке 0,1 (2), 1 (4), 5 %-ным (6) раствором HCl

ки. Количество разорванных связей в полимерной цепи макромолекул целлюлозы (S) определяли по средневязкостным значениям степени полимеризации (СП) целлюлозы, найденным вискозиметрическим методом (растворителем целлюлозы служил железо-виннонатриевый комплекс) [14. С. 290—293]. Делигнификацию образцов проводили с применением хлорита натрия [14. С. 156].

Предварительная обработка соломы щелочью приводит к гидролизу сложноэфирных связей между лигнином и полисахаридами; в результате разрушается лигниновая сетка [17], что, видимо, способствует более эффективному воздействию ионизирующего излучения на солому, так как лигнин в исследуемом интервале доз защищает целлюлозу от воздействия ионизирующего излучения [18]. Учитывая, что предварительное облучение способствует образованию щелочелавильных связей [19], можно предположить вероятность усиления деструкции целлюлозной части соломы при последующем воздействии на нее щелочи.

В случае предварительной обработки соломы кислотой происходит частичная ее делигнификация, снижается гидролитическая устойчивость полисахаридов и олигосахаридов. Обработка кислотой после облучения может вызвать увеличение скорости деструкции полимерной цепи целлюлозы соломы за счет кислотного гидролиза ее макрорадикалов.

Представленные на рис. 1 и 2 данные свидетельствуют о том, что использование для обработки соломы растворов кислоты 0,1; 1 % и щелочи 0,1 % фактически не приводит к заметным изменениям в содержании РВ в образцах по сравнению с простым облучением сухой соломы. Обработка 1 %-ным раствором щелочи дает некоторый прирост содержания РВ (рис. 1, кривые 4, 5). Обработка соломы 5 %-ными растворами щелочи и кислоты вызывает существенное увеличение содержания РВ (при щелочной в 2,5 раза больше). Следует отметить, что важна последовательность обработки. Так, применение кислоты после облучения способствует вдвое большему содержанию РВ в образцах соломы по сравнению с предварительным действием кислоты и последующим облучением (см. рис. 2, кривые 5, 6). Использование растворов щелочи приводит к обратной зависимости (см. рис. 1, кривые 6, 7), т. е. содержание РВ в соломе при щелочно-радиационной обработке выше, чем при радиационно-щелочной.

Идентификация состава водорастворимых РВ исследуемой соломы показала, что в состав РВ входят водорастворимые моносахара — кси-

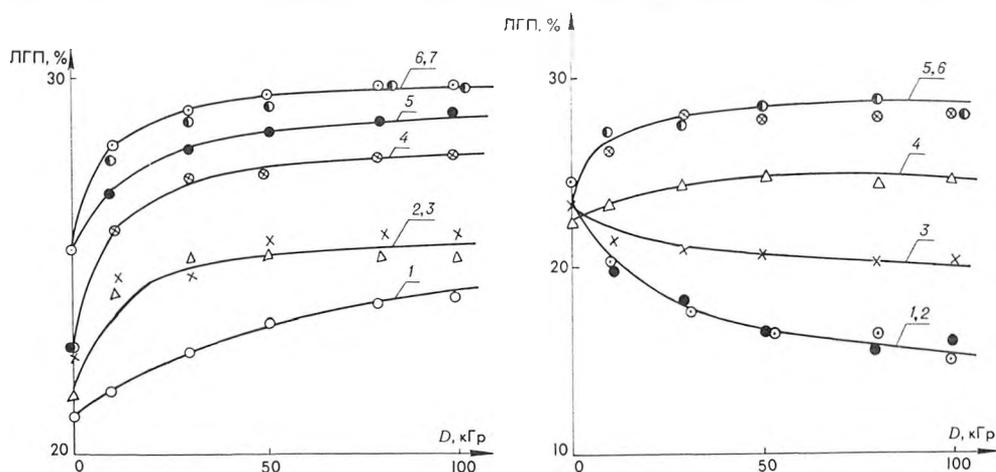


Рис. 3. Изменение содержания ЛГП в сухой соломе от дозы ионизирующего излучения (1), при кислотнo-радиационной обработке 0,1 (2), 1 (3), 5 %-ным (5); при радиационно-кислотном способе 0,1 (4), 1 (6), 5 %-ным (7) раствором HCl

Рис. 4. Изменение содержания ЛГП в соломе при последовательной щелочно-радиационной обработке 0,1 (5), 1 (3), 5 %-ным (1); при радиационно-щелочной обработке 0,1 (6), 1 (4), 5 %-ным (2) раствором NaOH

лоза, арабиноза, глюкоза и низкомолекулярные олигосахариды. В водной вытяжке из соломы, обработанной растворами кислоты, с повышением ее концентрации существенно увеличивается содержание моносахаров, в основном ксилозы и олигосахаридов. Причем при радиационно-кислотном воздействии их количество заметно возрастает.

Вместе с тем при щелочной обработке наличие моносахаров, а также низкомолекулярных олигосахаридов регистрируется только при использовании 0,1 %-ного раствора щелочи. Применение растворов высокой концентрации (1; 5 %) ведет к полному разрушению моносахаров, однако общее количество РВ при этом значительно возрастает (см. рис. 1, кривые 4—7). Следовательно, РВ в соломе при последовательном действии радиации и щелочи представлены продуктами окисления и деградации моносахаров.

Таким образом, характер воздействия растворов кислоты и щелочи на целлюлозную часть соломы существенно различается. Этот вывод подтверждается изменением содержания ЛГП в исследуемых образцах (рис. 3 и 4). В случае обработки растворами кислот количество ЛГП выше (см. рис. 3, кривые 2—7), чем для сухой облученной соломы (см. рис. 3, кривая 1), в то же время при обработке соломы 5 %-ным раствором щелочи зависимость содержания ЛГП от дозы облучения носит иной характер (рис. 4, кривые 1, 2), т. е. при использовании растворов щелочи высокой концентрации происходит разрушение ЛГП. Это подтверждается значительным возрастанием количества РВ при 5 %-ной щелочной обработке независимо от ее последовательности (см. рис. 1, кривые 6, 7).

Применение кислоты способствует увеличению содержания легкоусвояемых углеводов (водорастворимые моносахара и низкомолекулярные олигосахариды), а также повышению содержания ЛГП. Следовательно, деструкция целлюлозной части соломы при кислотно-радиационной обработке должна быть выше. Подтверждением этого могут служить результаты расчета деструкции целлюлозы соломы для различной последовательности исследуемых режимов (см. таблицу)¹

Радиационно-химический выход деструкции целлюлозы соломы пшеницы при различной последовательности радиационно-химической обработки

Вид и последовательность обработки	$G(S)$ разр./100 эВ*		
	концентрация используемых химических реагентов, %**		
	0,1	1	5
Щелочно-радиационная	$3,2 \pm 0,7$	$3,1 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,6$
Радиационно-щелочная	$3,4 \pm 0,6$	$3,2 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,5$
Кислотно-радиационная	$4,5 \pm 0,7$	$4,9 \pm 0,7$	$4,2 \pm 0,8$
Радиационно-кислотная	$7,1 \pm 1,1$	$7,5 \pm 1,1$	$7,7 \pm 1,5$

* Сухая облученная солома $G(S) = 2,5 \pm 0,4$ разр./100 эВ.

** В качестве химических реагентов использованы растворы NaOH и HCl.

Использование исследуемых реагентов совместно с радиационной обработкой во всех случаях приводит к увеличению $G(S)$ целлюлозы. Так, при использовании щелочи последовательность химического и радиационного воздействия не играет существенной роли. Однако в случае применения кислоты последовательность радиационно-химической характеризуется почти вдвое большим $G(S)$ по сравнению с другими исследуемыми режимами.

¹ Учитывая, что в литературе нет единого мнения по расчету $G(S)$, сравнительные расчеты проводили по методикам [15, 16]; полученные результаты совпали.

Оценивая полученные результаты, можно отметить, что использование низких концентраций химических реагентов и невысоких поглощенных доз ионизирующего излучения вызывает существенные изменения качественного состава соломы.

Список литературы

1. Ibrahim M., Pearce G. // *Agr. Wastes*. 1980. V. 2. № 4. P. 253.
2. Leonhardt I., Baer M., Huebner G. et al. // *Radiat. Phys. Chem.* 1983. V. 21. № 4. P. 397.
3. Arnold Y., Baer M., Leonhardt I. et al. // *ZFI-Mitt.* 1984. № 9. P. 726.
4. Ершов Б. Г., Комаров В. Б., Самуйлова С. Д. // *ВМС. Б.* 1985. Т. 27. № 6. С. 430.
5. Каткевич Р. Г., Каткевич Ю. Ю., Раяев Э. Б. // *Химия древесины*. 1984. № 1. С. 90.
6. Петряев Е. П., Горбачев В. М., Дмитриев А. М. и др. Биоконверсия растительного сырья: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. Рига, 1982. Т. 1. С. 34.
7. Петряев Е. П., Павлов А. В., Глушонок Т. Г. и др. Тез. докл. II Всесоюз. конференц. по прикладной радиобиол. Чернигов, 1985. Ч. 1. С. 5.
8. Коваленко С. П., Дуксина В. В., Петряев Е. П. и др. // *Биотехнология*. 1987. Т. 3. С. 376.
9. Петряев Е. П., Ветров В. С., Глушонок Т. Г. и др. Новые направления в комплексной переработке природного органического сырья: Тез. докл. Красноярск, 1986. Т. 3. С. 197.
10. Коваленко С. П., Дуксина В. В., Петряев Е. П. и др. // *Весті АН БССР. Сер. с.-г. наук*. 1988. № 1. С. 113.
11. Kojima K., Miyake S., Uda I. // *Radiat. Phys. Chem.* 1983. V. 22. P. 901.
12. Miller X. Z. // *Anal. Chem.* 1959. V. 31. P. 426.
13. Жданов Ю. А., Дорофеев Г. Н., Корольченко Г. А. и др. Практикум по химии углеводов / Под ред. Ю. А. Жданова. М., 1973. Изд. 2-е, переработ. и дополн.
14. Оболенская А. В., Щеголев В. П., Аким Г. Л. и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1965.
15. Ершов Б. Г. Радиационная технология и кормопроизводство. М., 1986.
16. McZaven. // *Intern. Journ. of Applied Radiation and Isotopes*. 1978. V. 29. P. 631.
17. Флаховский Г. Использование гранулированной соломы в кормлении животных. М., 1979.
18. Сворцов С. В., Климентов А. С. // *Химия древесины*. 1986. № 3. С. 31.
19. Sakurada I., Kaji K., Ohada T., Tsuchiya A. // *Cellul. Chem. and Technol.* 1975. V. 9. № 5. P. 503.

УДК 541.182:546.723722-31:539.232

*С. Н. МАЛЬЧЕНКО, Н. Н. ГОРОШКО, М. В. БАЙКОВ,
В. А. ЧУДАКОВ, А. О. ХОЛМЕЦКИИ, О. В. МИСЕВИЧ*

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЕНОК ОКСИДА ЖЕЛЕЗА (III) ИЗ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ МАГНЕТИТА

Новым перспективным направлением в технологии получения тонких оксидных пленок является метод формирования их из коллоидных растворов оксидов металлов [1, 2]. Принципиальное отличие этого метода от известных способов химического осаждения в том, что фаза оксида предварительно получается в виде мельчайших коллоидных частиц, стабилизированных в различных дисперсионных средах, а не образуется непосредственно на подложке. В результате термической обработки такого коллоида, нанесенного в виде тонкого слоя на подложку, происходит удаление дисперсионной среды и стабилизатора и формирование тонкой пленки оксида металла. Имеющиеся в литературе немногочисленные данные не позволяют в должной мере проанализировать возможности и недостатки метода, особенности процесса образования тонких пленок из коллоидных растворов.

В данной работе представлены результаты исследования тонких пленок оксидов железа, полученных с использованием коллоидного раст-

вора магнетита в углеводороде, стабилизированного олеиновой кислотой. Процессы удаления дисперсионной среды и ПАВ при прогреве и формирования сплошной пленки из коллоидных частиц изучались методами дериватографии, дифракции рентгеновских лучей и электронов, электронной микроскопии, ЯГР спектроскопии и химического анализа.

Материал и методика

Коллоидный раствор магнетита готовили по методике, описанной в [3]. Fe_3O_4 осаждался из смеси 10 %-ных водных растворов $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (хч) и $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (хч) при действии 25 %-ного водного раствора аммиака до значения $\text{pH} \sim 10$. Количество соли Fe (II) взято с 10 %-ным избытком по сравнению со стехиометрическим отношением Fe (II) : Fe (III) = 1:2. После отмывки осадок магнетита пептизировался в нагретом до 70—80 °С растворе олеиновой кислоты в декане при массовом отношении Fe_3O_4 :ПАВ=5:1. Полученный коллоидный раствор центрифугировали ($G=3000g$) для отделения крупнодисперсной фракции. Концентрация магнетита в использовавшихся коллоидах составляла 25—30 вес. %.

Общесодержание железа в коллоидных растворах, а также Fe(II) определяли по методике [4] после удаления органических компонентов с помощью толуола и растворения оксидов в соляной кислоте в инертной атмосфере.

Пленки оксидов железа получали путем полива коллоидного раствора на очищенные стеклянные подложки или свежие сколы монокристаллов хлорида натрия. После частичного испарения дисперсионной среды при комнатной температуре подложка с пленкой коллоида прогревалась на воздухе при 150—500 °С в течение 1 ч.

Дериватографическое исследование процессов, протекающих при прогреве коллоидной композиции, осуществлялось на дериватографе ОД-102 в интервале температур до 900 °С и скорости нагрева 5 °/мин. Образцы готовились в виде пленок на поверхности платиновых тиглей.

Электронно-микроскопическое (микроскоп ЭМВ-100 ЛМ) исследование пленок, нанесенных на сколы монокристаллов NaCl, проводилось «на просвет» после отделения пленки путем растворения подложки в воде. Электронограммы снимались в режиме микродифракции. Поверхность пленок, полученных на стекле, изучалась методом угольных реплик с оттенением платиной.

Рентгенограммы пленок, нанесенных на стекло, снимались на дифрактометре ДРОН-3 с использованием фильтрованного излучения $\text{Cu K}\alpha$.

Спектры ЯГР пленок, полученных на стеклянных подложках, снимались при комнатной температуре на автоматизированном гамма-резонансном комплексе [5] методом регистрации электронов конверсии [6]. Максимальная толщина контролируемого слоя, в соответствии с длиной пробега конверсионных электронов в оксидах железа, составляла около 300 нм. Источником γ -квантов служил Co^{57} в матрице палладия. Химический сдвиг определялся относительно металлического железа.

Результаты и их обсуждение

По данным химического анализа, в исходном осадке магнетита двух- и трехвалентное железо содержится в соотношении $\text{Fe(III)} / \text{Fe}_{\text{общ}} = 0,67$, что соответствует стехиометрическому составу. На рентгенограмме высушенного осадка присутствуют уширенные линии, относящиеся к наиболее интенсивным отражениям фазы Fe_3O_4 . Профили линий 220 и 440 записаны в шаговом режиме (шаг 0,02 °), и по величине уширения методом аппроксимации [7] вычислены средние размеры кристаллитов (12 нм).

Химический анализ коллоидных растворов показал, что соотношение $\text{Fe(III)} / \text{Fe}_{\text{общ}}$ для различных образцов лежит в пределах 0,87—0,89. Эту нестехиометрию состава дисперсной фазы можно объяснить легко-

стью окисления мелких частиц магнетита на воздухе в процессе их пептизации при повышенной температуре. Следует отметить, что в работе [8] для стабильных коллоидов магнетита в воде обнаружена та же степень отклонения от стехиометрии, что и в нашем случае.

Рентгенограммы частиц дисперсной фазы, выделенных из коллоидных растворов, оказались идентичными рентгенограммам исходного осадка и представляли набор уширенных линий фазы магнетита. Совпадение рентгенограмм стехиометрического и частично окисленного магнетита может быть объяснено тем, что Fe_3O_4 и образующийся при его полном окислении в мягких условиях $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ имеют кристаллическую структуру типа шпинели, и на промежуточных стадиях окисления формирующаяся структура можно рассматривать как твердый раствор $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{—Fe}_3\text{O}_4$ [9]. Средний размер кристаллитов дисперсной фазы, вычисленный из уширения линий, составил 10 нм.

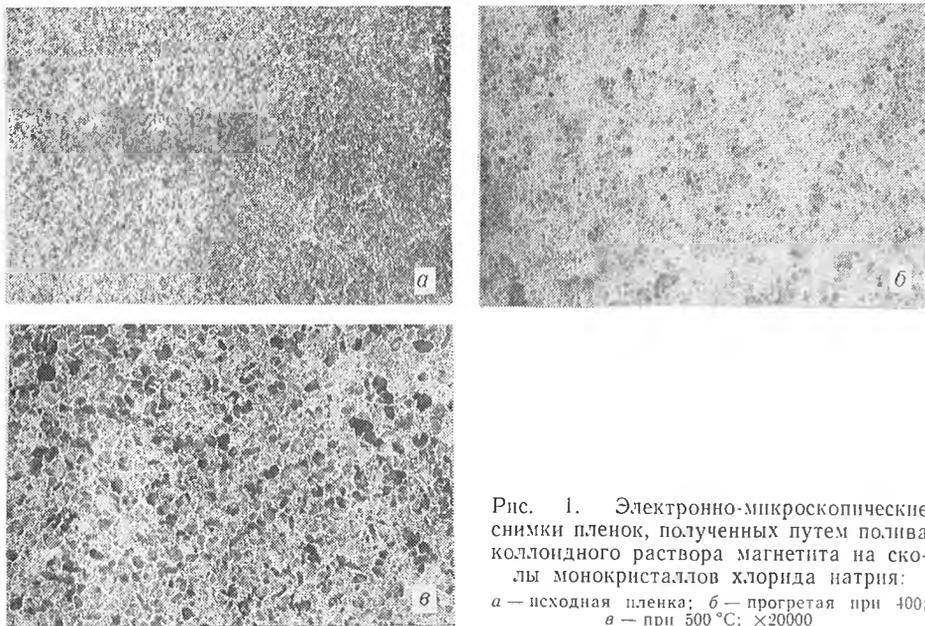


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки пленок, полученных путем полива коллоидного раствора магнетита на сколы монокристаллов хлорида натрия: а — исходная пленка; б — прогретая при 400; в — при 500 °С; $\times 20000$

Полив коллоидных растворов на стеклянные подложки и сколы монокристаллов NaCl привел к образованию равномерных, сплошных прозрачных пленок толщиной около 1 мкм. Электронно-микроскопическое исследование пленок на сколах кристаллов NaCl показало (рис. 1), что они состоят из неагрегированных изометрических частиц, размер которых колеблется от 2 до 20 нм (среднеарифметический диаметр $d_{\text{ср.}} \sim 10$ нм). На электронограммах, снятых с этих пленок, наблюдаются весьма диффузные картины, что, по-видимому, можно объяснить большим содержанием в них органических компонентов.

Исходные пленки, высушенные на воздухе, не дают спектров ЯГР, что свидетельствует о малой величине фактора Дебая — Валлера. Это, вероятно, связано с тем, что частицы в пленке не образуют единой жесткой структуры, а изолированы адсорбированными на их поверхности молекулами ПАВ и остатками дисперсионной среды.

Прогрев коллоидных пленок на подложках из стекла и хлорида натрия привел к формированию сплошных тонких (0,3—0,5 мкм) прозрачных пленок оксида железа красно-коричневого цвета, обладающих хорошей адгезией к подложке и механически прочных. Как следует из дериватограммы коллоидной композиции (рис. 2), происходящие при ее нагревании процессы можно разделить на три этапа: 1) начальный (до 200 °С), на котором происходит удаление дисперсионной среды; 2) этап интенсивного выгорания ПАВ и окисления магнетита до оксида желе-

за (III) в интервале температур 200—400 °С; 3) кристаллизационные процессы и фазовый переход в пленке оксида Fe(III) (400—500 °С).

Процесс потери массы при нагреве пленки коллоида начинается выше температуры 100 °С, и при 200 °С происходит практически полное удаление дисперсионной среды — декана ($t_{кип.}$ 174 °С). Электронно-микроскопическое исследование пленок на сколах монокристаллов NaCl, прогретых при 150—200 °С, показало, что они состоят из частиц той же формы и размеров ($d_{ср.} \sim 10$ нм), что и исходные непрогретые пленки. Таким образом, в области температур до 200 °С не отмечено спекания частиц магнетита. Вместе с тем удаление дисперсионной среды при 200 °С приводит, по данным электронно-микроскопических наблюдений, к фрагментации пленки, появлению трещин.

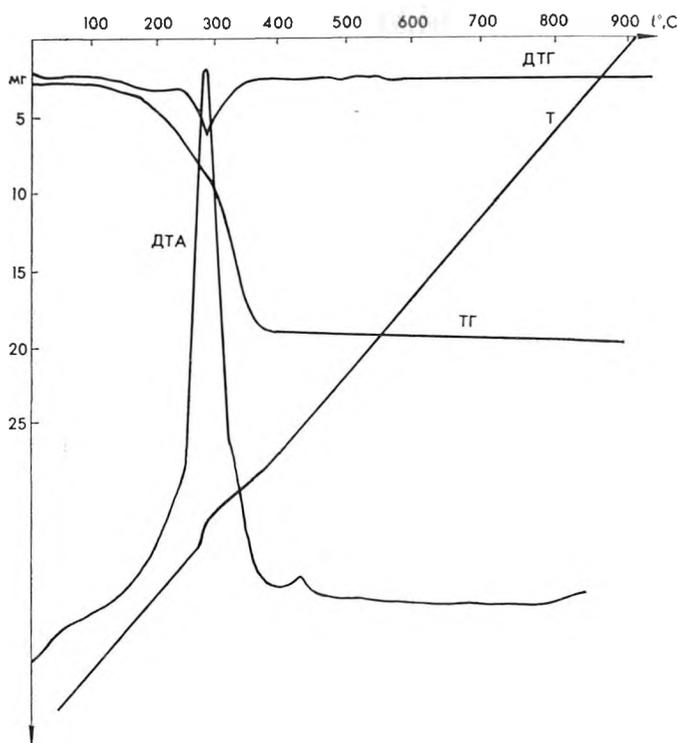


Рис. 2. Дериватограмма коллоидного раствора магнетита в декане, стабилизированного оленовой кислотой

Испарение дисперсионной среды приводит к возникновению более жесткой связи частиц в пленке, возрастанию фактора Дебая — Валлера и, следовательно, возможности наблюдения спектров ЯГР. На рис. 3 приведен спектр пленки на стекле, прогретой при температуре 150 °С. Он представляет собой дублет с величинами параметров химического сдвига +0,38 мм/с и квадрупольного расщепления 0,68 мм/с. Известно [10], что магнетит при размерах частиц порядка 10 нм и температуре измерения 293 К проявляет суперпарамагнитные свойства и дает спектр ЯГР в виде дублета, в то время как спектр массивного образца представляет собой секстет вследствие магнитного расщепления. На основании данной работы [11] наблюдаемый дублет можно интерпретировать как наложение двух синглетных линий: 1) от ионов Fe³⁺ в тетраэдрическом окружении (А-подрешетка) с величиной химического сдвига +0,04 мм/с; 2) от ионов Fe²⁺ и Fe³⁺ в октаэдрическом окружении (В-подрешетка), между которыми происходит быстрый электронный обмен, с величиной химического сдвига +0,72 мм/с.

На интервал температур 200—400 °С приходится около 80 % всех

потерь веса при нагревании коллоидной пленки. Экзотермический эффект, имеющий максимум при 330 °С, и соответствующий ему эффект потери веса на кривой ДТГ следует отнести к процессу выгорания ПАВ (олеиновой кислоты). Удаление органической компоненты завершается при достижении температуры 380 °С. С дальнейшим ее повышением масса образца не изменяется.

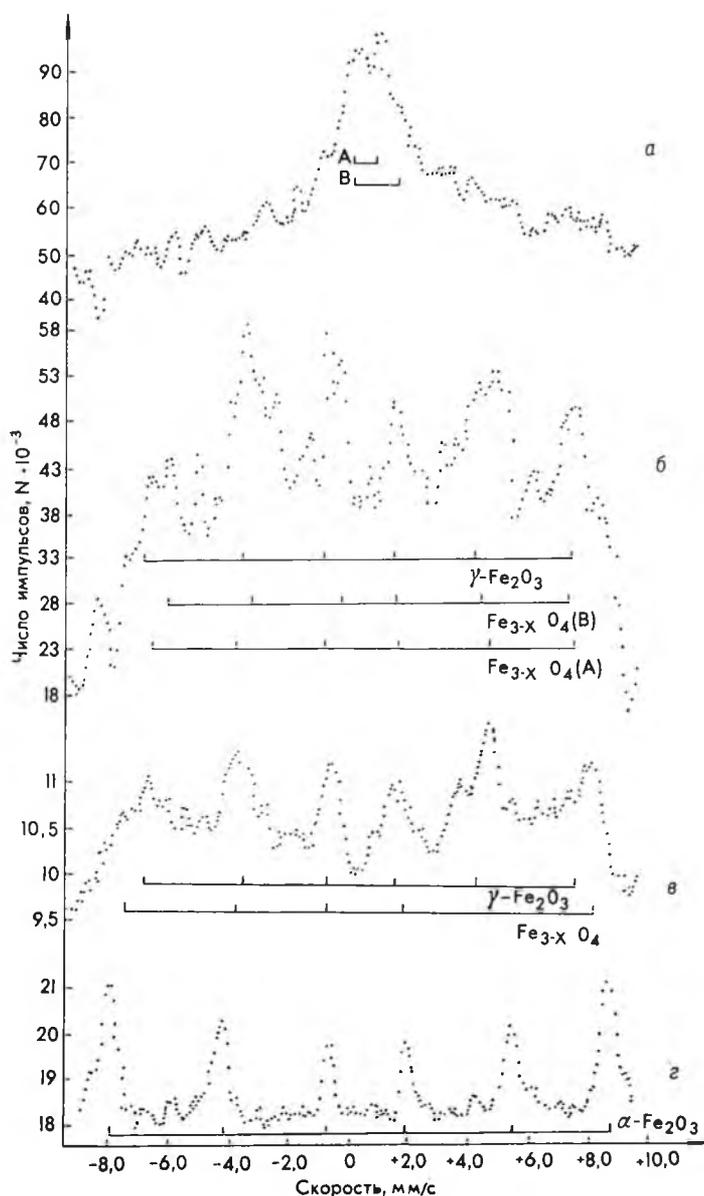


Рис. 3. Спектры ЯГР пленок, полученных путем полнва коллоидного раствора магнетита на стеклянные подложки, прогретых при температуре 150 (а), 300 (б), 400 (в), 500 °С (г)

Электронно-микроскопические снимки пленок, нанесенных на сколы монокристаллов NaCl и прогретых при 300 и 400 °С, демонстрируют рост размеров составляющих их частиц (см. рис. 1). Средний диаметр увеличивается до 15 нм при температуре прогрева 300 °С и до 35 нм при 400 °С. В прогретых пленках одновременно присутствуют крупные образования и мелкие частицы, размеры которых близки к наблюдавшимся в непрогретой пленке. Так, при температуре прогрева 400 °С образуются

ся отдельные зерна-сростки до 70 нм без четкой огранки, которые соединены за счет фракции мелких частиц диаметром 10—20 нм. На электронограммах этих пленок наблюдаются сплошные уширенные дифракционные кольца, что соответствует неориентированным поликристаллам. Наблюдаемые рефлексы отвечают наиболее интенсивным отражениям фазы магнетита. Эта дифракционная картина может быть отнесена как к фазе Fe_3O_4 , так и к твердому раствору $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{—Fe}_3\text{O}_4$.

Электронно-микроскопическое исследование реплик с поверхности пленок, нанесенных на стеклянные подложки и прогретых при 300 и 400 °С, обнаружило глобулярное строение поверхности. Глобулы размерами 100 нм и более складываются, в свою очередь, из более мелких частиц, размеры которых определить не удалось. Спектры ЯГР этих пленок (см. рис. 3) представляют собой секстеты с сильно уширенными линиями, т. е. в отличие от пленки, прогретой при 150 °С, мы уже можем наблюдать магнитное упорядочение при температуре измерения 300 К. Отклонение отношения интенсивностей шести линий от значений 3:2:1:1:2:3 наряду с аномальной шириной свидетельствует о релаксационном характере спектра. Переход от спектра в виде дублета к магнитно расщепленному спектру при повышении температуры прогрева от 150 до 300—400 °С свидетельствует о росте частиц оксидов железа. Из приведенных на рис. 3 положений линий спектров ЯГР массивных образцов Fe_3O_4 и $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ [12] следует, что в области широких линий наблюдаемых секстетов лежат как спектры от А- и В-подрешеток Fe_3O_4 , так и спектр $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, параметры которого мало отличаются от спектра А-подрешетки магнетита. На сложную картину суперпозиции трех секстетов накладываются эффекты, связанные с высокой дисперсностью и полидисперсностью частиц оксидов в исследуемых пленках. Время релаксации магнитного момента однодоменной частицы зависит от ее объема [13], а наличие широкого распределения частиц по размерам, что следует из данных электронной микроскопии, должно привести к наложению релаксационных спектров различной формы. Изменение формы линий спектров с повышением температуры прогрева от 300 до 400 °С может быть связано и с ростом размеров частиц, и с увеличением степени окисления магнетита, что должно выражаться в возрастании относительной интенсивности А-компоненты спектра Fe_3O_4 , совпадающей со спектром $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ [14].

В области температур прогрева выше 400 °С, где происходит полное удаление органической компоненты из коллоидной композиции, на стеклянных подложках и сколах монокристаллов NaCl формируется механически прочная, прозрачная тонкая пленка оксида железа (III). На дериватограмме (см. рис. 2) наблюдается экзотермический эффект, максимум которого лежит при температуре 440 °С, не связанный с потерей массы. Этот эффект следует отнести к фазовому переходу оксида железа (III). Электронографически в пленках, полученных на сколах NaCl при 450 °С, фиксируется присутствие только фазы оксида $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Электроно-микроскопический снимок этой пленки (см. рис. 1) демонстрирует наличие в ней наряду с крупными (~ 200 нм) ограненными кристаллами значительного числа мелких частиц ($d_{\text{ср.}} \sim 100$ нм).

В случае пленок, сформированных на стеклянных подложках, рентгенографически фаза $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ фиксируется при температурах прогрева 500 °С и выше, присутствие других кристаллических модификаций оксида железа не обнаружено. Спектр ЯГР пленки, прогретой при 500 °С, представляет секстет узких линий с отношением интенсивностей 3:2:1:1:2:3. Значения параметров (химический сдвиг +0,35 мм/с, квадратное расщепление 0,12 мм/с, эффективное магнитное поле 515 кЭ) соответствуют крупнокристаллическому оксиду $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

На основании полученных результатов процесс формирования пленки оксида железа (III) из коллоидного раствора магнетита можно представить следующим образом. Исходная пленка состоит из частиц нестехиометрического магнетита с $d_{\text{ср.}} \sim 10$ нм, окруженных слоем адсорби-

рованных молекул ПАВ. В области температур до 200 °С происходит удаление остатков дисперсионной среды и переход пленки из гелеобразного в твердое состояние. На этой стадии рост частиц магнетита не наблюдается, в спектрах ЯГР, снятых при 300 К, они проявляют суперпарамагнитные свойства. В области температур 200—400 °С происходит выгорание оленовой кислоты и отмечается интенсивный рост частиц оксида железа, их средний размер увеличивается более чем в три раза. В спектрах ЯГР это выражается в появлении магнитного расщепления вследствие увеличения времени релаксации магнитного момента частиц. Одновременно с удалением ПАВ наблюдается постепенное окисление магнетита, однако, по-видимому, в связи с наличием в пленке значительного количества органических компонентов (ПАВ, продукты его деструкции), в данном температурном интервале не происходит полного окисления Fe_3O_4 до $\gamma-Fe_2O_3$. Промежуточное состояние можно рассматривать как твердый раствор $\gamma-Fe_2O_3 - Fe_3O_4$, но можно также допустить наличие процесса послойного окисления пленки. Выше 450 °С, после полного выгорания оленовой кислоты, формируется сплошная пленка из крупнокристаллического оксида $\alpha-Fe_2O_3$.

Список литературы

1. Мальченко С. Н., Орлик Д. Р., Байков М. В., Баран С. В. Формирование пленочных структур SnO_2 и SnO_2-Pd из водных коллоидных растворов / Редкол. журн. «Весці АН БССР. Сер. хім. навук». Минск, 1987. Деп. в ВИНТИ 06.11.87. № 7780-В87.
2. Livage J., Lemerle J. // Ann. Rev. Mater. Sci. 1982. V. 12. P. 103.
3. Шункевич Т. М., Лесникович А. И., Байков М. В., Воробьева С. А. // Коллоид. журн. 1983. Т. 45. № 5. С. 1030.
4. Шарло Г. Методы аналитической химии. М., 1969. Ч. 2. С. 763.
5. Бильдюкевич Е. В., Гурачевский В. Л., Литвиннович Ю. М. и др. // ПТЭ. 1985. № 6. С. 62.
6. Гурачевский В. Л., Машлан М., Мисевич О. В. и др. Там же. С. 38.
7. Иверонова В. И., Ревкевич Г. П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. М., 1972.
8. Massart R., Fruchart J. // Nouv. Journ. Chem. 1983. V. 7. № 5. P. 325.
9. Пайдасси Ж. // Окисление металлов. М., 1969. Т. 2. С. 13.
10. Hassett K. L., Stecher L. C., Hendrickson D. N. // Inorg. Chem. 1980. V. 19. P. 416.
11. Morup S., Topsøe H. // Journ. Magn. and Magn. Mater. 1983. V. 31—34. Pt. 2. P. 953.
12. Химическое применение мессбауэровской спектроскопии / Под ред. Гольданского В. И. и др. М., 1970.
13. Neel L. // Ann. geophys. 1949. V. 5. № 2. P. 99.
14. Матвеев А. И., Максимов Ю. В., Суздаев И. П. и др. // Поверхность. Физ. Хим. Мех. 1984. № 8. С. 120.

УДК 678.742.2.028-13

Л. Ю. БРАЖНИКОВА, Л. П. КРУЛЬ

ПРИВИВОЧНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ К ПОЛИЭТИЛЕНУ В РАСПЛАВЕ

Физико-химические свойства привитых сополимеров полиэтилена (ПЭ) с акриловой кислотой (АК), определяющие области их практического применения, зависят как от особенностей микрогетерогенной структуры материалов (концентрация, размер, форма частиц микрофазы привитого полимера), так и от характера распределения привитой полиакриловой кислоты (ПАК) по толщине образца [1]. Сшивание привитых сополимеров ПЭ с АК для получения изделий с повышенной теплостойкостью, улучшенными диффузионными и некоторыми другими характеристиками основано на реакциях карбоксильных групп привитой ПАК с бифункциональными сшивающими агентами [2]. Для того чтобы сшитые материалы на основе привитых сополимеров ПЭ с АК в максимальной степени сохраняли положительные свойства исходного ПЭ,

прививочную полимеризацию целесообразно осуществлять в условиях, обеспечивающих образование небольшого количества привитой ПАК (~1 % массы ПЭ), но равномерно распределенного по сечению материала.

Среди многообразных способов синтеза привитых сополимеров ПЭ с АК особый интерес в этой связи представляет метод, предусматривающий диффузию мономера в ПЭ совместно с инициатором и последующую полимеризацию АК в расплаве ПЭ при его переработке [3, 4]. Сорбционная способность ПЭ по отношению к АК позволяет даже при комнатной температуре вводить мономер в концентрации 0,5 моль/л ПЭ [5]. Прививочная полимеризация в расплаве ПЭ при интенсивном перемешивании обеспечивает равномерность распределения привитой ПАК по толщине материала. Однако особенности указанного процесса изучены недостаточно, что обусловлено, очевидно, экспериментальными трудностями, возникающими при анализе образцов с малым содержанием привитой ПАК.

Цель настоящей работы — анализ состава и изучение кинетики накопления продуктов, образующихся при прививочной полимеризации АК и ПЭ, инициированной пероксидом дикумила (ПДК) и проводимой в расплаве модифицируемого полимера.

В опытах использовали ПЭ низкой плотности марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77), свежеперегнанную АК (ТУ 6-09-365-63) и ПДК (фирма «Геркулес»). Инициатор растворяли в мономере. Гранулы ПЭ, нагретые до 353 К, перемешивали с АК, в которой был растворен ПДК, и выдерживали при этой температуре до завершения диффузии. Концентрацию АК ($C_{АК}$) и ПДК ($C_{ПДК}$) варьировали в пределах 0,5—2,0 и 0,1—0,5 % массы ПЭ соответственно. После завершения диффузии гранулы перерабатывали в смесителе Бенбери при 423 К.

Состав продуктов изучали на образцах в виде пленок толщиной 0,2 мм, полученных прессованием при 403 К. Для анализа количественного состава нами применена методика ИК спектроскопии, основанная на использовании значений коэффициента поглощения $>C=O$ групп в сополимерах [6]. Использовали исходные пленки, а также пленки, отмытые от гомополимера АК 10 %-ным водным раствором гидроксида натрия. Содержание ПАК в пленках ПЭ, выраженное в процентах от

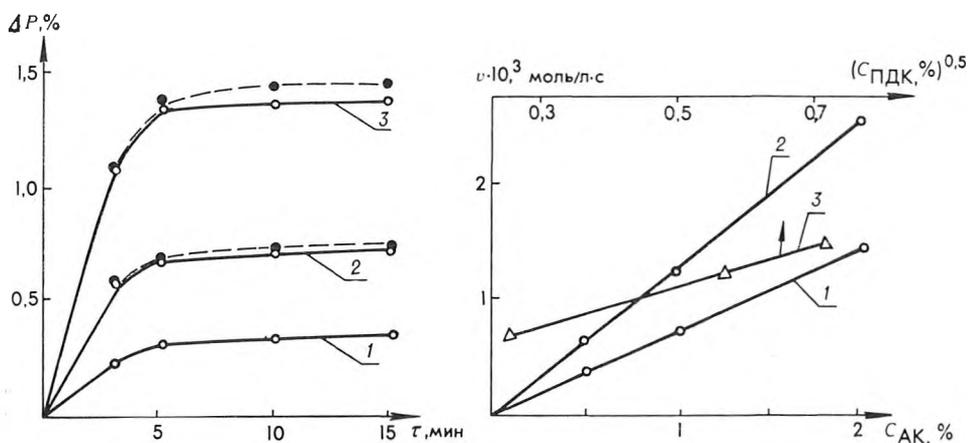


Рис. 1. Зависимость содержания привитой ПАК в пленках ПЭ от продолжительности прививки:

$C_{АК} = 0,5$ (1); 1,0 (2) и 2,0 % (3); $C_{ПДК} = 0,1$ %. Штриховые линии — вместе с гомополимером

Рис. 2. Зависимость начальной скорости прививочной полимеризации АК к ПЭ от концентрации АК (1, 2) при $C_{ПДК} = 0,1$ (1) и 0,3 % (2) и от концентрации ПДК (3) при $C_{АК} = 1,0$ %

массы исходного полимера, рассчитывали по уравнению $\Delta P = 1,58 \cdot 10^{-2} D_{1730} / d$, где D_{1730} — оптическая плотность полосы поглощения 1730 см^{-1} ; d — толщина пленки, см.

Каждое значение D_{1730} — среднее из результатов определения на трех образцах. Погрешность в определении значений ΔP не превышала 10 % с достоверностью 0,95.

В ИК спектрах модифицированного ПЭ в области частот валентных колебаний $>C=O$ группы (1730 см^{-1}) наблюдается интенсивная полоса поглощения, которая сохраняется и после отмывки пленки растворителем мономера и привитого полимера, что свидетельствует о протекании прививочной полимеризации при переработке расплава ПЭ с добавками АК и ПДК.

Содержание привитой ПАК возрастает с увеличением продолжительности прививки в течение первых 5 мин процесса, затем достигает постоянного значения ΔP_{max} , зависящего от величин $C_{\text{АК}}$ и $C_{\text{ПДК}}$ (рис. 1). Величина ΔP_{max} мало отличается от $C_{\text{АК}}$, т. е. основная масса взятого мономера превращается в ПАК (см. таблицу). В изученном интервале величин $C_{\text{АК}}$ и $C_{\text{ПДК}}$ гомополимер АК образуется в крайне малом количестве (не более 10 % общего количества заподимеризовавшегося мономера). По-видимому, в данных условиях из-за низкой концентрации

Зависимость содержания привитой ПАК в ПЭ от концентрации мономера и инициатора, %

$C_{\text{АК}}$	$C_{\text{ПДК}}$	ΔP_{max}
0,5	0,1	0,36
1,0	0,1	0,72
2,0	0,1	1,40
0,5	0,3	0,45
1,0	0,3	0,80
2,0	0,3	1,75
1,0	0,5	0,90

сорбированного мономера продукты термического разложения ПДК вызывают преимущественно образование макрорадикалов ПЭ, инициирующих прививочную полимеризацию АК, а не гомополимеризацию мономера. Скорость прививочной полимеризации, рассчитанная по начальным участкам кинетических кривых накопления привитой ПАК, пропорциональна $C_{\text{АК}}$ и $C_{\text{ПДК}}^{0,5}$ (рис. 2), что характерно для типичных свободно-радикальных процессов полимеризации с бимолекулярным обрывом растущих цепей.

Таким образом, при переработке ПЭ с добавками АК и ПДК в расплаве привитые сополимеры ПЭ с АК формируются по свободнорадикальному механизму с бимолекулярным обрывом растущих цепей. Содержание привитой ПАК зависит от концентрации АК и ПДК и в изученном интервале концентраций мономера и инициатора составляет 0,3—1,8 %. Полученные сополимеры могут представлять интерес при получении шитых продуктов на их основе.

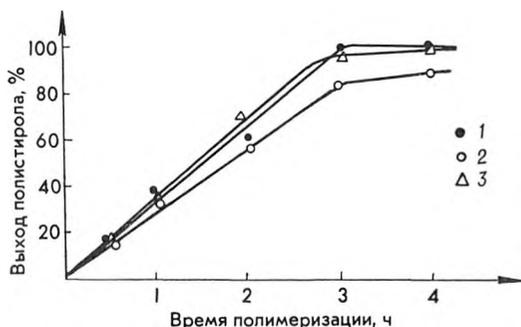
Список литературы

1. Круль Л. П. Гетерогенная структура и свойства привитых полимерных материалов. Минск, 1986.
2. Бабкин И. Ю., Бурухин С. Б., Красногоров А. И. // Пластич. массы. 1985. № 4. С. 29.
3. Татиками Ёсидзи, Мураками Мицухо, Ямомото Масаси. Заявка 531130790 (Япония) // РЖХим. 1979. № 24. 24С51ОП.
4. Бражникова Л. Ю., Круль Л. П. // Докл. АН БССР. 1987. Т. 31. № 6. С. 534.
5. Поликарпов А. П., Осипенко И. Ф., Круль Л. П. // Высокомолек. соед. А. 1984. Т. 26. № 5. С. 1013.
6. Корсуков В. Е. Спектроскопическое изучение механизма разрушения полимеров: Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. Л., 1973. 19 с.

Т. С. ПРИТЫЦКАЯ, Т. К. МОРОЗОВА, Н. В. МАСАЛОВ,
В. Л. СОРОКИН, В. В. ПОРОШКОВ

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННОЕ НАПОЛНЕНИЕ СТИРОЛА АЭРОСИЛОМ В ПРИСУТСТВИИ АЛКОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА, СОДЕРЖАЩИХ АЦИЛОКСИДНЫЕ И ПЕРОКСИДНЫЕ РАДИКАЛЫ

Аэросил (АЭ) широко используется для наполнения полимеров, что позволяет получить материалы с улучшенными физико-механическими характеристиками [1]. В то же время АЭ ингибирует процесс полимеризации под действием пероксидных инициаторов [2, 3].



Зависимость выхода полистирола от времени полимеризации (ПБ — 1,25 масс.% Ст, $t = 80^\circ\text{C}$):

1 — полимеризация Ст без наполнителя; $\bar{M}_v \cdot 10^{-3} = 45$; 2 — полимеризация Ст в присутствии АЭ (5 масс.% Ст); $\bar{M}_v \cdot 10^{-3} = 55$; 3 — полимеризация Ст в присутствии АЭ (5 масс.% Ст), модифицированного (1) (2 масс.% АЭ); $\bar{M}_v \cdot 10^{-3} = 62$

Нами изучено влияние обработки поверхности АЭ органо-титанатными соединениями (ОТС) (изопропоксититантрипальмитат (I), диизопропоксититандипентеноат (II), бутоксититантриметакрилат (III)) на инициированную пероксидом бензоила полимеризацию стирола (Ст) на АЭ, а также полимеризационное наполнение Ст аэросилом под действием триизопропоксититан-трет-бутилмоноперсукцината (IV).

Обработка АЭ органо-титанатами, содержащими ацилоксидные радикалы, нивелирует ингибирующий эффект АЭ (см. рисунок, табл. 1). Специальные опыты по полимеризации Ст

в присутствии изопропоксититантрипальмитата показали, что органо-титанат не влияет на скорость полимеризации, т. е. действие алкоксидных соединений титана связано с модификацией поверхности АЭ. Полученные нами данные согласуются с предположением [2], что снижение скорости полимеризации Ст в присутствии АЭ может быть обусловлено адсорбцией на поверхности АЭ части инициатора и снижением его инициирующей активности.

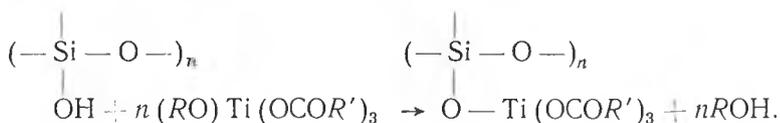
Таблица 1

Полимеризация Ст в присутствии АЭ, модифицированного ОТС *

ОТС	Время полимеризации, ч				
	0.5	1	2	3	4
	Выход полистирола, %				
I	21	35	56	74	80
II	15	23	54	80	89
III	14	25	63	89	95

* Содержание АЭ — 12 масс.% Ст; ПБ — 1,25 масс.% Ст; ОТС — 2 масс.% АЭ; температура полимеризации 80°C .

Согласно [4], алкоксидные соединения титана способны химически взаимодействовать с АЭ по следующей схеме:



При использовании относительно небольшого количества органотитаната (1—2 % массы АЭ) достигается эффективное покрытие поверхности АЭ химически связанным с ним соединением [5]. Таким образом, предварительная обработка АЭ алкоксидными производными титана приводит к блокировке его поверхности для адсорбции компонентов полимеризационной системы и способствует полимеризации.

Ввиду высокой дисперсности аэросила максимальная степень наполнения стирола АЭ-380 при полимеризации в массе не превышает 8 %. Модификация АЭ алкоксидными соединениями титана с образованием на его поверхности органотитаната позволяет на 50 % увеличить степень наполнения (см. табл. 1).

Следует отметить, что в случае пентеноатного или метакрилатного производного титана нами не обнаружена прививка полистирола к АЭ (вес АЭ до и после полимеризации с последующей экстракцией полимера кипящим бензолом оставался практически неизменным). Это свидетельствует о большей эффективности процесса полимеризации в массе мономера по сравнению с полимеризацией вблизи поверхности АЭ.

Известно, что химическое связывание полимера с поверхностью наполнителя обеспечивает проявление лучших эксплуатационных свойств материала [6]. В связи со способностью алкоксидных соединений титана эффективно связываться и равномерно распределяться на поверхности наполнителей представляло интерес изучить возможность использования алкоксидных соединений титана, содержащих пероксидные радикалы, для иницирования полимеризации и обеспечения химического связывания полистирола с поверхностью АЭ. Реакцией тетраизопророксититана с моно-трет-бутиловым перэфиром янтарной кислоты получен триизопророксититан-трет-бутилмоноперсукцинат (IV), который проявил достаточно высокую активность в качестве инициатора полимеризации стирола (табл. 2). Иницирующая активность органотитаната в присутствии АЭ несколько падает, а предварительное связывание инициатора с поверхностью АЭ приводит к еще большему снижению его активности (см. табл. 2), что согласуется с данными по каталитической активности пероксида бензоила в аэросилсодержащих системах. Параллельно со снижением активности возрастает относительное количество привитого полистирола (ППС).

Таблица 2

Полимеризация Ст в присутствии АЭ под действием триизопророксититан-трет-бутилмоноперсукцината (IV) *

№ пп.	АЭ, масс. % Ст	(IV), масс. % Ст	Конверсия, %	ППС, % массы всего полимера	ППС, г/г АЭ
1	—	0,9	98,2	—	—
2	8	0,9	57,5	5,1	0,38
3**	8	1,4	45,1	5,8	0,34

* Время полимеризации 27 ч, температура —110° С.

** АЭ предварительно обработан (IV).

Таким образом, алкоксидные соединения титана, содержащие фрагменты моно-трет-бутилового перэфира янтарной кислоты, могут быть использованы для иницирования полимеризационного наполнения Ст аэросилом и позволяют в процессе полимеризации формировать химиче-

ски связанный с поверхностью АЭ полимерный слой, а соединения, содержащие ацилоксидные радикалы,— для модификации поверхности АЭ с целью увеличения выхода и степени наполнения полистирола.

Экспериментальная часть

Органотитанаты (I—III) синтезировали по методике, описанной в [7], реакцией I эквивалента тетраизопропокси- или -бутоксититана с 3 эквивалентами карбоновой кислоты в кипящем бензоле в течение 1 ч с последующей отгонкой растворителя совместно с выделяющимся спиртом. Состав и строение полученных соединений контролировали с помощью ПМР- и ИК-спектров аналогично описанному в [8]. Триизопропоксититан-трет-бутилмоноперсукцинат (IV) синтезировали реакцией эквимолекулярных количеств тетраизопропоксититана и моно-трет-бутилового перэффира янтарной кислоты в бензоле при комнатной температуре в течение 24 ч с последующей отгонкой растворителя. Выход по пероксиду составил 100 %. Моно-трет-бутиловый перэффир янтарной кислоты получали аналогично [9].

Для удаления с поверхности аэросила марки А-380 адсорбированной влаги его вакуумировали при 100 °С в течение 10 ч. Обработку АЭ ОТС проводили, суспендируя его в четыреххлористом углероде 30 мин с добавкой ОТС (1—2 % массы АЭ); растворитель отгоняли и АЭ сушили в вакууме. В случае ОТС (IV) содержание пероксидных групп на поверхности аэросила контролировали иодометрически [10].

Стирол очищали по методике, описанной в [11]. Пероксид бензонла пересаждали из спирта. Полимеризацию проводили в массе в апмулах в атмосфере аргона при 80—110 °С. Степень наполнения Ст аэросилом составляла 5—12 масс. %. Конверсию определяли гравиметрически. Молекулярную массу полистирола измеряли вискозиметрически при 20 °С в толуоле после отделения полимера от АЭ кипящим бензолом в аппарате Сокслета. Количество привитого полистирола определяли гравиметрически после экстракции непривитого полистирола кипящим бензолом.

Список литературы

1. Морилэнд Дж. Е., Милевски Д. В. Наполнители для полимерных композиционных материалов. М., 1981. С. 172.
2. Иванчев С. С., Ениколопян Н. С., Полозов В. В. // Высокомолек. соед. 1981. Т. А23. № 9. С. 2064.
3. Сторож Г. Д., Цветков Н. С. // Вестн. Львовского ун-та. Сер. хим. 1983. Вып. 24. С. 17.
4. Monte S. J., Sugarman G., Bruins P. F. // Journ. Elastomers and Plastics. 1976. V. 8. P. 30.
5. Михальский А. И. // Итоги науки и техники: Хим. и технология высокомолек. соед. 1984. № 19. С. 203.
6. Иванчев С. С., Дмитриенко А. В. // Успехи хим. 1982. Т. 51. № 7. С. 1178.
7. Патент США № 4098758.
8. Сосновский Г. М., Притыцкая Т. С., Астапович И. В. // ЖПХ. 1987. № 7. С. 1604.
9. Галибей В. И., Топтыгина Т. А., Иванчев С. С. // ЖОрХ. 1970. Т. 6. Вып. 8. С. 1585.
10. Антоновский В. Л., Бузланова М. М. Аналитическая химия органических пероксидных соединений. М., 1978. С. 28.
11. Горюпцев А. М. и др. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. Л., 1972. С. 73.



УДК 576.8.093.6

Д. Ю. БУДЬКО, Л. Л. МОРОЗ, В. Т. ШАЛАТОНИН

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОДНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛЕТОК

Микроэлектродный метод в обозримом будущем останется одним из основных в фундаментальных и прикладных физиологических исследованиях [1, 2]. Характерной особенностью этого метода становится комплексное, полифункциональное применение микроэлектродов (МЭ) в одном эксперименте: регистрация спонтанной электрической активности клетки, ее раздражение, регистрация трансмембранных ионных токов и определение пассивных характеристик мембраны, исследование межклеточных связей и синаптических потенциалов, инъекция и аппликация физиологически активных веществ и красителей, маркирование и инактивация клетки, определение активности ионов и ферментов [3, 4]. Современное электрофизиологическое устройство для микроэлектродных исследований должно отличаться значительной универсальностью, что позволит решать задачи на различных объектах.

Предлагаемое устройство состоит из двух блоков (рис. 1): питания (БП) и трехмикроэлектродного анализатора (ТА). БП представляет собой два компенсационных стабилизатора напряжения, соединенных по схеме с двухполярным выходом. ТА состоит из трех функционально независимых модулей регистрации (МР), которые могут использоваться как в автономном режиме по одноэлектродной методике, так и в комплексе при анализе нейронных сетей. Каждый МР позволяет экспериментатору производить регистрацию внутриклеточного потенциала, используя МЭ с сопротивлением до 100 МОм, раздражать клетку постоянным поляризующим током и толчками поляризующего тока, задаваемыми внешним генератором, фиксировать ток через микроэлектрод в режимах ионофоретической аппликации, инъекции веществ, компенсировать емкость входных цепей, работать в режиме импульсной перекомпенсации входной емкости, облегчающей прокол мембраны клетки, редактировать регистрируемый сигнал (усиление с одно-

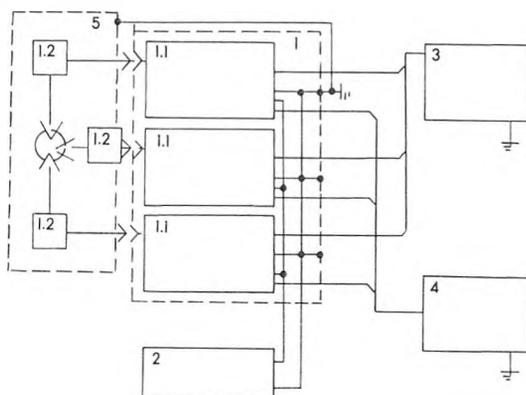


Рис. 1. Схема установки для микроэлектродных исследований клеток:

1 — трехмикроэлектродный анализатор; 1.1 — модуль регистрации; 1.2 — выносной предусилитель; 2 — блок питания; 3 — блок регистрирующего оборудования; 4 — трехканальный генератор импульсов; 5 — экранированная камера

временным, регулируемым ограничением сверху при регистрации синхронических потенциалов). Принципиальная схема одного МР изображена на рис. 2. МР имеет выносную головку-пробник с магнитным держателем для установки на позиционере манипулятора. Пробник соединен с основным блоком МР семижильным плоским кабелем 1,5 м. В корпусе пробника находится операционный усилитель DA1, включенный по схеме повторителя напряжения. Усилитель DA2 формирует сигнал положительной обратной связи и выполняет функцию компенсации входной емкости. Настройка цепи компенсации осуществляется R17. МР постоянно находится в режиме фиксации тока через МЭ. Дифференциальным усилителем DA4 измеряется падение напряжения на R1, и сигнал на его выходе пропорционален току через R1.

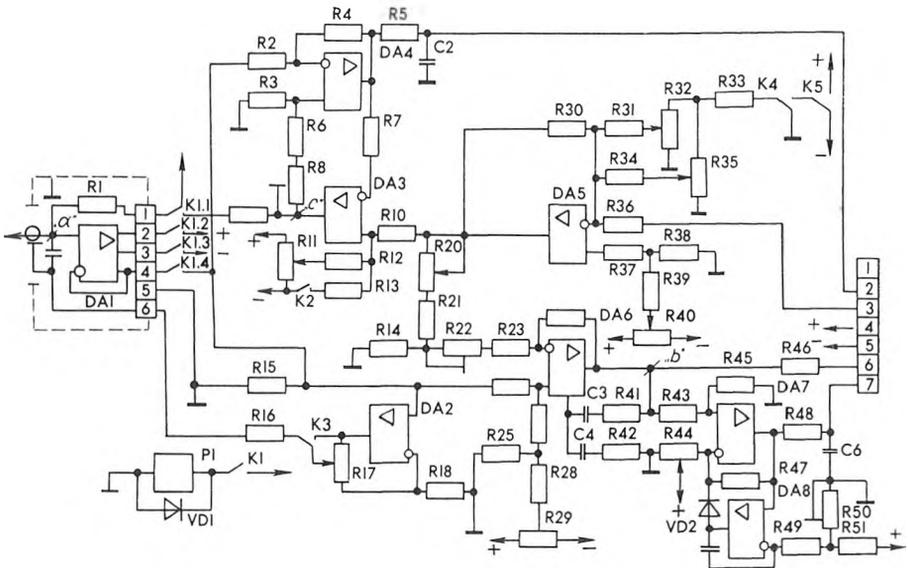


Рис. 2. Принципиальная схема модуля регистрации с выносным предусилителем

Спецификация: D1 — Д311; C1 — 1нФ; C2 — 2200пФ; C3 — 1500пФ; C4 — 47000пФ; C5 — 300пФ; C6 — 2200пФ; R1 — 100 МОм; R2 — 10 кОм; R3, R4 — 10 кОм 0,5%; R5, R48 — 1 кОм; R6 — 9,1 кОм; R7, R10, R18, R40, R49 — 10 кОм; R8 — 15 кОм; R9, R14, R16, R21 — 200 Ом; R11 — 36 кОм; R12 — 5,1 МОм; R13 — 1,5 МОм; R15 — 2 кОм; R17, R30, R39, R51 — 100 кОм; R20, R29 — 10 кОм 5%; СП5-356; R22 — 42 кОм; R23 — 5,6 кОм; R24, R43, R47 — 47 кОм; R25 — 300 кОм; R26, R27, R45 — 470 кОм; R28 — 390 кОм; R31 — 1 МОм; R32 — 47 кОм; R35 — 68 кОм; R33 — 4,7 кОм; R37 — 33 кОм; R38 — 100 Ом; R41 — 270 Ом; R42 — 27 Ом; DA1 — КР544УД2А; DA2 — КР140УД8; DA3, DA4, DA5, DA7, DA8 — КР140УД708; DA6 — К153УД5

DA1, DA3, DA4 формируют цепь фиксации тока с большим выходным сопротивлением. Сигнал на выходе DA3 создает на R1 падение напряжения, равное разности сигналов на его инвертирующем и неинвертирующем входах. Таким образом, если цепь фиксации тока не возбуждается по неинвертирующему входу DA3, она выполняет функцию компенсации пассивной утечки через МЭ, которая может быть вызвана диффузией электролита и другими явлениями [3], а также функцию компенсации утечки при изменениях внутриклеточного потенциала. Последнее достигается поддержанием на выходе D3 сигнала, равного внутриклеточному потенциалу. Ток в таких условиях через R1 отсутствует. При замыкании кнопки K2 через МЭ течет ток $I_{нА}$, и падение напряжения на МЭ в мВ равняется его сопротивлению в МОм. При протекании тока через МЭ на нем возникает падение напряжения, которое суммируется с внутриклеточным потенциалом. DA6 — дифференциальный усилитель с коэффициентом усиления 10, выполняющий функции выделения внутриклеточного потенциала из его суммы с падением напряжения на МЭ и компенсации собственного потенциала МЭ.

Вычитание падения напряжения на МЭ осуществляется двухоборотным потенциометром R20, компенсация собственного потенциала МЭ — R29. А5 — дифференциальный усилитель, суммирующий сигналы постоянного смещения «грубо» и «плавно», устанавливаемые резисторами R32, R35, импульсного смещения и компенсации утечки — R40.

DA7, DA8 — цепь, представляющая собой усилитель-ограничитель с коэффициентом усиления 10 и независимой регулировкой смещения постоянной составляющей потенциометром R44. Потенциометром R50 устанавливается уровень ограничения сверху. К1 — переключатель функции МЭ, в показанном положении через МЭ можно пропускать высоковольтные сигналы до 100 В, например, для пробы катионной пробки или фиксации потенциала по двухмикроэлектродной методике (МЭ выполняет функцию фиксирующего). К3 — кнопка перекомпенсации входной емкости, К4 — включается постоянное смещение, К5 — выбирается полярность постоянного смещения, R8 — устанавливается максимальное значение входного сопротивления.

Функциональная спецификация МР: входное сопротивление не менее 10 ГОм; ток утечки компенсируется в диапазоне 0 ÷ 10 мА; рабочая область входных напряжений ± 20 В от источника с низким импедансом; емкость входных цепей компенсируется до 15 пФ, потенциал микроэлектрода — ± 60 мВ; выходные сопротивления цепи подведения тока не менее 10 ГОм; ток поляризации регистрируется в пределах ± 130 нА для сопротивления нагрузки 0 Ом и ± 65 нА для сопротивления нагрузки 100 МОм; усиление сигнала 10 для регистрации внутриклеточного потенциала и 100 для регистрации синаптических потенциалов; мостовая схема балансируется для сопротивления МЭ 5 ÷ 150 МОм; время нарастания 100 мкс для сопротивления МЭ 50 МОм, полоса пропускания 10 кГц для канала внутриклеточного потенциала и 3 кГц для канала постсинаптических потенциалов; уровень шумов не превышает 100 мкВ в среднеквадратичном значении для источника сигнала с сопротивлением до 30 МОм в полосе до 10 кГц; температурный дрейф не более 100 мкВ/к.

Настройка МР осуществляется в следующем порядке. Подается прямоугольный импульсный сигнал на точку «а». Потенциометром R8 в точке «с» устанавливается сигнал, равный сигналу в «а» с точностью не хуже 1%. Поочередно соединяя «а» с землей непосредственно и через сопротивление 20 ÷ 50 МОм, регулировкой R11 добиваются отсутствия смещения в «b». Потенциометром R22 в «b» устанавливается сигнал в 10 раз больше, чем в «а». Точка «а» соединяется с землей, и потенциометром R40 в «с» устанавливается «0».

Список литературы

1. Пёрвис Р. // Микроэлектродные методы внутриклеточной регистрации. М., 1983.
2. Кэндел Э. // Клеточные основы поведения. М., 1980.
3. Александров А. А. // Метод электрофореза в физиологии. Л., 1983.
4. Neurobiology of the leech Ed M. Kenneth Y. e. q. New York; London, 1981. P. 320.

УДК 599.0-15

В. Ф. ТЕРЕХОВИЧ, Н. Е. БУРКО

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПОЛЕСЬЯ

В Припятском Полесье БССР ведется большой объем осушительной мелiorации, обвалование ряда рек, а также трансформация естественных пойменных систем и прилегающих территорий в агроценозы и культурные сенокосы с созданием обширных польдерных систем. Все это,

несомненно, повлечет за собой коренные изменения экологических условий, видового состава фауны и ее численности, соотношения экологических групп.

Цель нашей работы — изучение изменения видового состава и численности мелких млекопитающих Белорусского Полесья [1—5] под влиянием мелнорации и обвалования реки Припять.

Материалом для данной статьи послужили результаты собственных наблюдений за 1977—1983 гг. на территории Пинского и Лушинского районов Брестской области. Объем исследованного материала составил 881 экз. зверьков 13 видов. Количественный и качественный учет мелких грызунов проводился методом ловушко-линий [6, 7].

Исследования проводились на естественных, осушенных и освоенных под посевы многолетними травосмесями болотах, естественных заливных лугах р. Припять. Левый берег реки с обширными заливными лугами не обвалован. С правой стороны на расстоянии 2 км от русла построен вал протяженностью 30 км. Полоса между руслом и валом занята естественным лугом; за валом полевой система — окультуренные массивы полей с мелноративными каналами и водонасосной станцией. Поля засеяны преимущественно зерновыми культурами.

Видовой состав и численность мелких млекопитающих на обследованных территориях приведены в табл. 1—3.

До мелнорации видовой состав мелких млекопитающих был представлен 13 видами. Среди них фоновыми видами оказались обыкновенная бурозубка (1,7), полевая мышь (1,14) и рыжая полевка (1,14 зверьков на 100 л/сут.), или 31,8, 29,9 и 25,6 % от всех добытых зверьков соответственно. Общая численность мелких млекопитающих составляла 4,47 животных на 100 л/сут.

После мелнорации видовой состав мелких млекопитающих сократился до 7 видов. Более многочисленной стала рыжая полевка (попадаемость 2,1 зверька на 100 л/сут. или 44,01 %). Кроме того, прослеживается некоторое увеличение численности желтогорлой мыши и обыкновен-

Таблица 1

Видовой состав, численность и процентное соотношение млекопитающих на болотах Белорусского Полесья

Вид мелких млекопитающих	Болото неосушенное			Болото осушенное			Болото окультуренное		
	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с
Обыкновенная бурозубка	117	31,8	1,7	33	17,7	0,87	1	0,30	0,02
Малая бурозубка	9	2,4	0,1	2	1,07	0,05	1	0,30	0,02
Обыкновенная кутора	2	0,5	0,02	—	—	—	—	—	—
Черная крыса	2	0,5	0,02	—	—	—	—	—	—
Мышь-малютка	1	0,2	0,01	—	19,3	—	—	—	—
Полевая мышь	110	29,9	1,4	36	—	0,95	17	15,8	0,4
Домовая мышь	2	0,5	0,02	—	—	—	—	—	—
Желтогорлая мышь	17	4,6	0,2	18	9,6	0,47	1	0,30	0,02
Водяная полевка	1	0,2	0,01	—	—	—	—	—	—
Рыжая полевка	94	25,6	1,14	82	44,0	2,1	—	—	—
Обыкновенная полевка	7	1,9	0,08	13	6,9	0,34	308	93,9	7,4
Полевка-экономка	3	0,8	0,03	2	1,0	0,05	—	—	—
Пашенная полевка	2	0,5	0,02	—	—	—	—	—	—
ВСЕГО	367	—	6,47	186	—	5,0	328	—	7,8

Видовой состав, численность и процентное соотношение мелких млекопитающих в биотопах необвалованного и обвалованного берегов реки Припять

Вид мелких млекопитающих	Кустарник на необвалованном берегу			Кустарник на обвалованном берегу			Луг необвалованный			Луг обвалованный		
	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с
Обыкновенная бурозубка	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1,3	0,21
Серая крыса	1	1,7	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Домовая мышь	2	3,5	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Полевая мышь	17	30,4	0,94	18	72,0	4,5	1	3,3	1,0	141	94,0	15,1
Желтогорлая мышь	3	5,3	0,16	—	—	—	4	13,3	4,0	—	—	—
Водяная полевка	15	26,7	0,8	—	—	—	21	70,0	21,0	—	—	—
Обыкновенная полевка	10	17,8	0,5	6	24,0	1,5	—	—	—	7	4,6	0,75
Пашенная полевка	8	14,2	0,44	1	4,0	0,25	4	13,3	4,0	—	—	—
ВСЕГО	56	—	3,11	25	—	6,2	30	—	30,0	150	—	16,1

Таблица 3

Видовой состав, численность и процентное соотношение мелких млекопитающих в трансформированных биотопах Белорусского Полесья

Вид мелких млекопитающих	Польдерная система			Противопаводковые валы			Мелноративные каналы		
	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с	к-во добытых особей	% от всех добытых особей	к-во на 100 л/с
Обыкновенная бурозубка	5	3,0	0,32	13	13,2	1,2	—	—	—
Домовая мышь	1	0,6	0,06	—	—	—	—	—	—
Полевая мышь	120	72,2	7,2	68	69,3	6,3	34	85,0	4,8
Мышь-малютка	—	—	—	—	—	—	2	5,0	0,28
Желтогорлая мышь	3	1,8	0,19	1	1,0	0,09	—	—	—
Обыкновенная полевка	34	20,4	2,2	13	13,2	1,2	—	—	—
Пашенная полевка	3	1,8	0,19	3	3,06	0,27	4	10,0	0,57
ВСЕГО	166	—	10,8	98	—	9,1	40	—	5,7

ной полевки и снижение количества обыкновенной бурозубки и полевой мыши в 1,6 и 1,4 раза соответственно (см. табл. 1). Следовательно, под влиянием деятельности человека структура фауны мелких млекопитающих изменяется, что связано с уменьшением или увеличением отдельных представителей, а также с исчезновением видов, предпочитающих увлажненные пониженные или заболоченные места, например, водяной и пашенной полевки.

Следует отметить, однако, что общая численность мелких млекопитающих на осушенном болоте даже несколько выше, чем на естественном (в 1,11 раза).

На осушенных болотных массивах, используемых под сельскохозяйственные культуры, состав фауны микромаммалий еще более обедняется: здесь фауна представлена только 5 видами (см. табл. 1).

Среди зверьков обыкновенная полевка является абсолютно доминирующим видом, численность 7,4 л/сут. или 93,9 % от всех добытых животных. Остальные виды мелких млекопитающих встречались редко. Например, количество желтогорлой мыши снизилось до 0,02 зверька на 100 л/сут. по сравнению с численностью ее на естественных и осушенных болотах; полевая мышь составила 0,4, обыкновенная бурозубка 0,02 зверька на 100 л/сут., а рыжая полевка вообще не встречалась. В целом численность зверьков на освоенном болоте возросла в 1,74 и 1,56 раз за счет чрезвычайно высокой плотности популяции обыкновенной полевки.

Таким образом, из сравнительного анализа следует, что до осушения на естественных болотных массивах из числа мышевидных грызунов и насекомоядных обитает 13 видов, среди которых рыжая полевка, полевая мышь и обыкновенная бурозубка — массовые виды.

На осушенном и неосвоенном болоте после мелиорации количество этих животных сокращается до 6 видов, и численность, за исключением рыжей полевки, незначительна, хотя общий уровень ее несколько возрастает.

На осушенном и освоенном болотах фауна резко изменила видовой состав и численность животных. Здесь полностью пропадают рыжая и водяная полевки, а также снижается численность желтогорлой и полевой мышей и обыкновенной бурозубки и, наоборот, резко увеличивается количество обыкновенной полевки; общая численность в окультуренных биотопах по сравнению с естественными увеличивается почти в два раза (4,47 и 7,8 особей на 100 л/сут. соответственно).

На заливном лугу левого берега реки Припять, где берег реки не обвалован, видовой состав мелких млекопитающих представлен полевой, желтогорлой мышами, водяной и пашенной полевками, а на заливном лугу, где уже построены валы, — обыкновенной бурозубкой, полевой мышью и обыкновенной полевкой.

Доминирующими видами мелких млекопитающих является водяная полевка на необвалованном лугу (попадаемость 21 на 100 л/сут.), на обвалованных лугах — полевая мышь (15,1). Общее количество зверьков на 100 л/сут. составило 30,0 и 16,1 соответственно. На необвалованных лугах численность зверьков уменьшается в 1,8 раза (см. табл. 2).

Построение валов для защиты от наводнений положительно воздействует не только на заливные луга правого берега, но также на близлежащие биотопы, например, кустарниковые заросли.

Между кустарниковыми зарослями левого и правого берега реки отмечены различия в видовом составе фауны мелких млекопитающих. В кустарниковых зарослях левого берега (необвалованного) видовой состав микромаммалий представлен 7 видами, тогда как в зарослях правого берега, на котором построили защитный вал, в видовой состав мелких млекопитающих входит только 3 вида (см. табл. 3).

На левом берегу фауна разнообразнее, чаще всего встречаются водяная полевка (0,8 зверька на 100 л/сут.) и полевая мышь (0,94 на 100 л/сут.). На правом берегу общее количество зверьков возросло в 1,9 раза, среди них преобладает полевая мышь (54,5 на 100 л/сут.). Исследование видовой структуры и численности отдельных видов на полевой системе, противопаводковых валах и мелиоративных каналах показало, что на полевой системе обитают 6 видов, на противопаводковых валах — 5, на мелиоративных каналах — только 3 вида мелких млекопитающих (см. табл. 3).

Таким образом, структура видового состава мелких млекопитающих и его численность закономерно изменяются в зависимости от уровня антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Михалач О. Н. // Вестн. АН БССР: Сер. биол. наук. 1956. № 4. С. 95.
2. Михалач О. Н. // Бюл. Ин-та биол. АН БССР. 1957, 1958. Вып. 3. С. 250.
3. Михалач О. Н., Михайловская В. В. // Итоги исследований по международной биологической программе в Белорусской ССР. Минск, 1974. С. 64.
4. Михалач О. Н., Рождественская А. С. // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии. Минск, 1976. С. 117.
5. Терехович В. Ф., Манохина Н. В., Голубева М. Б. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1981. № 2. С. 39.
6. Формозов А. Н. // Фауна и экология грызунов. М., 1948.
7. Наумов Н. П. Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов. М., 1948.

УДК 582/4 9+581.9

Т. А. САУТКИНА

РОД *GALIUM* L. ВО ФЛОРЕ БЕЛОРУССИИ

Род *Galium* L.— Подмаренник относится к семейству Rubiaceae — Мареновые и является одним из слабо изученных родов покрытосеменных растений. Большой объем рода (около 400 видов), наличие массы крайне полиморфных видов, высокая степень гибридогенности, слабая географическая дифференцировка филогенетически молодых видов, разорванность ареалов многих древних видов затрудняют систематическую обработку этого рода.

До настоящего времени вопрос об объеме рода и видовом составе подмаренников Белоруссии остается дискуссионным. Сопоставление данных важнейших флористических сводок по БССР [1—9] показало, что в них приводится различное число видов подмаренников. Это обусловлено не только недостаточной изученностью рода *Galium* L. на территории республики, но и большими трудностями при решении вопросов систематики. Поскольку таксономическое значение изменчивости признаков у таких комплексов, как *G. mollugo* L., *G. rubioides* L., *G. spurium* L. и других еще недостаточно ясно, эти виды или понимаются в широком смысле, или дробятся на ряд самостоятельных. Так, для Белоруссии как самостоятельные виды указываются *G. spurium* L. и *G. vaillantii* DC. [2—4], *G. tyrolense* Willd. и *G. mollugo* L. [6], *G. album* Mill. и *G. erectum* Huds. [9] (см. таблицу). Всего для Белоруссии приводится 25 видов подмаренников (в это число включены *G. vernum* Scop. и *G. cruciata* (L.) Scop., которые в настоящее время перенесены в род *Gruciata* Mill.).

Сопоставление флористических списков показывает значительное расхождение авторов в представлениях не только о численности, но и о видовом составе подмаренников (см. таблицу).

И. К. Пачоский [1] на основании собственных данных, а также гербарных сборов Ж. Э. Жилибера, К. Чоловского, В. В. Пашкевича, М. Твардовской приводит для белорусского Полесья 15 видов подмаренников, причем для *G. spurium* L. указывает две формы: *G. spurium* L. *turpicus* и *G. spurium* L. α *vaillantii* DC.

Видовой состав подмаренников, приводимый В. А. Михайловской для Полесья [2] и для всей Белоруссии [3, 4], несколько богаче. Во флору Белоруссии включено 19 видов, среди которых *G. aristatum* L., *G. cruciata* (L.) Scop., *G. polonicum* Blocki.

Н. В. Козловская также указывает для флоры Белоруссии 19 подмаренников [6], но по видовому составу ее список значительно отличается от [3, 4]. Она исключает из списка флоры *G. polonicum* Blocki, ко-

Видовой состав подмаренников по данным разных авторов

Название вида, синоним	Автор, ссылка на работу								
	И. К. Пачоский [1]	В. А. Михайловская [2]	В. А. Михайловская [3]	В. А. Михайловская [4]	В. М. Николаева, Б. М. Зефирова [5]	Н. В. Козловская [6]	Ю. А. Блбинов и др. [7]	В. И. Парфенов и др. [8]	Г. В. Вынаев [9]
1. <i>Galium album</i> L. (<i>G. erectum</i> Huds, 1778)	—	—	(+)	(+)	(+)	(+)	—	—	+
2. <i>G. aparine</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. <i>G. aristatum</i> L.	+	+	+	+	—	+	—	—	—
4. <i>G. articulatum</i> Lam. (<i>G. dasypodium</i> Klok.)	—	—	—	—	—	+	—	—	(+)
5. <i>G. boreale</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6. (<i>G. cruciata</i> (L.) Scop.) = <i>Cruciata laevipis</i> Opiz	—	+	+	+	—	+	—	—	—
7. <i>G. intermedium</i> Schult. (<i>G. schultesii</i> Vest)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(+)	+	+
8. <i>G. mollugo</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9. <i>G. odoratum</i> (L.) Scop. (<i>Asperula odorata</i> L.)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	+
10. <i>G. palustre</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11. <i>G. physocarpum</i> Ledeb. (<i>G. volgense</i> Pobed.)	—	—	—	—	—	(+)	—	—	—
12. <i>G. polonicum</i> Blocki	—	—	+	+	—	—	—	—	—
13. <i>G. rivale</i> (Sibth. et Smith) Griseb. (<i>Asperula aparine</i> Bieb.)	(+)	(+)	(+)	(+)	—	(+)	+	—	+
14. <i>G. rubioides</i> L.	+	+	+	+	—	—	—	—	—
15. <i>G. ruprechtii</i> Pobed. (<i>G. trifidum</i> L.)	(+)	(+)	(+)	(+)	—	—	—	—	(+)
16. <i>G. sylvaticum</i> L.	(+)	—	—	—	+	—	—	—	—
17. <i>G. spurium</i> L. (<i>G. vaillantii</i> DC.)	+	+,(+)	+,(+)	+,(+)	(+)	+	+	+	+
18. <i>G. tinctorium</i> (L.) Scop. (<i>Asperula tinctoria</i> L.)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	—	—	+
19. <i>G. tyrolense</i> Willd.	—	—	—	—	+	+	—	—	—
20. <i>G. uliginosum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21. (<i>G. vernum</i> Scop.) = <i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	—	—	+
22. <i>G. vernum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечания: Название видов дано в соответствии с [10—12]. Знаком (+) отмечены виды, приведенные в цитируемых работах под названиями, перешедшими в настоящее время в синонимические.

который представляет гибрид между *G. mollugo* L. и *G. verum* L. [12] и приводится В. А. Михайловской как «очень редкое растение, указанное для окрестностей г. Глубокое Молодечненской обл.». Когда и кем это растение собиралось, сведений нет. Кроме того, Н. В. Козловская выводит из списка *G. rubioides* L. и *G. vaillantii* DC. и в то же время включает в него *G. articulatum* Klok., *G. tyrolense* Willd. и *G. volgense* Pobed.

Вынаев Г. В. [9] несколько сужает список видов подмаренников. Совершенно обоснованно он выводит из списка *G. aristatum* L. который не приводится для флоры европейской части СССР [10]. В состав флоры Белоруссии этот вид включен на основании указаний И. Шмальгаузена, который отмечал его как редкое растение Беловежской пущи [1]. Исключен из списка подмаренников Белоруссии *G. cruciata* (L.)

Scop., приводимый на основании старых литературных сведений [3, 4, 6] и, как нам кажется, ошибочно. Экологические особенности вида таковы, что нахождение его на территории нашей республики представляется весьма сомнительным.

Наличие таких существенных различий в представлениях разных авторов о роде *Galium* L. во флоре Белоруссии побудило нас критически подойти к изучению рода.

Сбор материала проводился в Минском, Мядельском, Узденском, Пуховичском, Смолевичском районах Минской области, а также в Гродненском районе Гродненской области. Кроме того, просмотрен и перепределен весь гербарный материал, имеющийся в Гербариях БГУ имени В. И. Ленина, Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича АН БССР, Гомельского государственного университета, Березинского биосферного заповедника. Проверены также сборы из Белоруссии, хранящиеся в Гербарии имени Д. П. Сырейщикова МГУ имени М. В. Ломоносова. Идентифицированы все неинсерпированные сборы сотрудников отдела флоры и систематики растений ИЭБ АН БССР Г. В. Вынаева, Д. И. Третьякова и Л. Г. Симонович, любезно предоставленные в наше распоряжение. Всего обработано около 1500 гербарных листов.

Таким образом, мы располагали материалами по Борисовскому, Вилейскому, Воложинскому, Дзержинскому, Крупскому, Логойскому, Любанскому, Минскому, Молодечненскому, Мядельскому, Пуховичскому, Смолевичскому, Солигорскому, Стародорожскому, Узденскому районам Минской области; Волковысскому, Гродненскому, Мостовскому, Ошмянскому, Сморгонскому районам Гродненской области; Браславскому, Верхнедвинскому, Глубокскому, Лепельскому, Полоцкому, Толочинскому, Шумилинскому районам Витебской области; Бельничскому, Бобруйскому, Горечковскому, Кличевскому, Могилевскому, Осиповичскому районам Могилевской области; Барановичскому, Брестскому, Дрогичинскому, Ивацевичскому, Каменецкому, Лунинецкому, Ляховичскому, Малоритскому, Пинскому, Пружанскому, Столинскому районам Брестской области; Гомельскому, Добрушскому, Житковичскому, Жлобинскому, Лельчицкому, Мозырскому, Наровлянскому, Петриковскому районам Гомельской области.

В результате проделанной работы нами документально подтверждено произрастание на территории Белоруссии 16 видов рода *Galium*. В систематическом отношении они распределяются следующим образом:

Сем. Rubiaceae Juss.— Мареновые

Род Подмаренник — *Galium* L. 1753, Sp. Pl. : 105.

Секция 1. *Hyalea* (Griseb.) Ehrend. 1975, Bot. Journ. Linn. Soc. (London), 70, 1 : 3.

1. *G. odoratum* (L.) Scop. 1772, Fl. Garn., ed. 2, 1 : 105; Ehrend. a. Krendl. 1976, Fl. Europ. 4 : 20; Победимова, 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 105.— *Asperula odorata* L. 1753, Sp. Pl. : 103; Победимова, 1958, Фл. СССР, 23 : 217; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 428; она же 1967, Определитель раст. Белоруссии : 538.— П. душистый.

Секция 2. *Platigalia* (DC.) Koch 1837, Syn. Fl. Germ. : 331. p. p.

2. *G. boreale* L. 1753 Sp. Pl. : 108; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 349; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 435; она же 1967, Определитель раст. Белоруссии : 540; Ehrend. a. Krendl, 1976, Fl. Europ., 4 : 19, p. p.; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 106.— П. бореальный.

3. *G. septentrionale* Roem. et Schult. 1818, Syst. Veg. 3 : 253; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 353; она же Фл. евр. ч. СССР; 3 : 108 — П. северный.

4. *G. articulatum* Lam. 1792, Tabl. Encycl. Méth. Bot., 1 : 206, p. p.; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 345; она же Фл. евр. ч. СССР, 1978, 3 : 108.— *G. dasypodium* Klok. 1960, Фл. УССР, 10 : 461.— *G. rubioides*

auct. non L. : Ehrend. a. Krendl, 1976, Fl. Europ. 4 : 19, p. p.— П. членистый.

5. *G. rubioides* L. 1753 Sp. Pl. : 105; Победимова 1958, Фл. СССР, 3 : 347; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 436; она же 1967, Определитель раст. Белоруссии : 540; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 19, p. p.; Победимова 1978; Фл. евр. ч. СССР, 3 : 108 — П. мареновидный.

6. *G. physocarpum* Ledeb. 1844, Fl. Ross. 2, 1 : 410; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 108.— *G. volgense* Pobed. 1958, Победимова, Фл. СССР, 23 : 715, 348.— *G. salicifolium* Klok. 1960, Фл. УССР, 10 : 462, 190.— *G. dasypodium* Klok. 1960, Фл. УССР, 10 : 461, 187, p. p.— *G. rubioides* auct. non L. : Ehrend. a. Krendl, 1976, Fl. Europ. 4 : 19, p. p.— П. вздутоплодный.

Секция 3. *Kolgyda* Dum. 1827 Fl. Belg. : 55.

7. *G. ararine* L. 1753 Sp. Pl. : 108; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 306; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 437; она же 1967, Определитель раст. Белоруссии : 542; Ehrend. a. Krendl, 1976, Fl. Europ. 4 : 35; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 109.— П. цепкий.

8. *G. spurium* L. 1753 Sp. Pl. : 106; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 306; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 438; она же Определитель раст. Белоруссии : 542; Ehrend. a. Krendl, 1976, Fl. Europ., 4 : 35; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 109.— *G. vaillantii* DC. 1805, in Lam. et DC. Fl. Fr., ed. 3, 4 : 263; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 438, p. p.— *G. ararine* L. γ . *spurium* (L.) Koch 1837, Syn. Fl. Germ. : 330 — П. ложный.

Секция 4. *Aparinoides* (Jord.) Gren. 1851, in Gren et Godr. Fl. Fr., 2 : 15, 39.

9. *G. palustre* L. 1753 Sp. Pl. : 105; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 331; Михайловская, 1955, Фл. БССР, 4 : 434; она же, 1967, Определитель раст. Белоруссии : 539; Ehrend. a. Puff. 1976, Fl. Europ., 4 : 21; Победимова 1978; Фл. евр. ч. СССР, 3 : 110 — П. болотный.

10. *G. uliginosum* L. 1753 Sp. Pl. : 106; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 434; она же 1967, Определитель раст. Белоруссии : 542; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ., 4 : 20; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 1978, 3 : 110.— П. топяной.

Секция 5. *Asperuloides* Pobed. nom. nov. 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 110.

11. *G. rivale* (Sibth. et Smith) Griseb 1844, Spicil. Fl. Rumel. 2 : 158; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 20; Победимова, 1978, Фл. евр. ч. СССР 3 : 110.— *Asperula rivalis* Sibth. et Smith 1806, Fl. Graec. Prodr. 1 : 87; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 274; — *A. ararine* Vieb. 1808, Fl. Taug.-Sauc. 1 : 102; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 430; она же, 1967, Определитель раст. Белоруссии : 539.— П. приручейный.

12. *G. tinctorium* (L.) Scop. 1772 Fl. Garn., ed. 2, 1 : 101; Победимова, 1978, Фл. евр. ч. СССР 3 : 111; — *Asperula tinctoria* L. 1753 Sp. Pl. : 104; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 430; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 272; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии, 539; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 13.— П. красильный.

Секция 6. *Galium*.

13. *G. vegum* L. 1753, Sp. Pl. : 107; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 436; Победимова 1958, Фл. СССР 23 : 357; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 543; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 22, p. p.; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 112.— П. настоящий.

Секция 7. *Leiogalium* (DC.) Ledeb. 1844, Fl. Ross. 2, 1 : 406.

14. *G. intermedium* Schult. 1809, Obs. Bot. : 22; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 113.— *G. schultesii* Vest 1821, Flora, 6 : 530, p. p.; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 439; Победимова 1958, Фл. СССР 23 : 373; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 544.— П. промежуточный.

15. *G. album* Mill. 1768, Gard. Dict., ed. 8 : n° 7; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 24, p. p.; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР 3 : 114.—

G. erectum auct. non Huds. 1762 : Huds. 1778, Fl. Angl., ed. 2 : 68; Михайловская 1955, Фл. БССР 4 : 434; Победимова 1958, Фл. СССР 23 : 371; р. р.; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 543.— П. белый.

16. *G. mollugo* L. 1753 Sp. Pl. : 107; Михайловская 1955, Фл. БССР, 4 : 433; Победимова 1958, Фл. СССР, 23 : 370; Михайловская 1967, Определитель раст. Белоруссии : 543; Ehrend. a. Krendl 1976, Fl. Europ. 4 : 24; Победимова 1978, Фл. евр. ч. СССР, 3 : 114.— П. мягкий.

Приведенный список на сегодняшний день объективно отражает сведения по роду *Galium* L. в БССР, однако его не следует рассматривать как истину в последней инстанции. Возможно, просматриваются ботаниками и пока не попали в сборы *G. triflorum* Michx. и *G. ruprechtii* Pobed, которые приводятся для прилежащих к Белоруссии регионов [10]. И. К. Пачоский указывает [1], что *G. trifidum* L. (см. таблицу) изредка встречается на высушенных торфяниках в восточной части Полесья. Вполне вероятно, что в южных районах республики на остепненных участках может быть обнаружен *G. ruthenicum* Willd., а в северных — *G. wirtgenii* F. Schult., приводимый для Прибалтики [10]. В связи с явно наметившейся синантропизацией флоры Белоруссии можно ожидать появления некоторых видов, приуроченных к рудеральным местообитаниям, а также встречающихся в нарушенных местообитаниях, на участках с солонцеватым субстратом.

Список литературы

1. Пачоский И. К. Флора Полесья и прилежащих местностей // Тр. Санкт-Петербург. об-ва естествоисп. Спб., 1897. Вып. 1. С. 248.
2. Михайловская В. А. Флора Полесской низменности. Минск, 1953.
3. Михайловская В. А. // Флора БССР. Минск, 1955. Т. 4. С. 426.
4. Михайловская В. А. // Определитель растений Белоруссии. Минск, 1967. С. 538.
5. Николаева В. М., Зефирова Б. М. Флора Беловежской пуши. Минск, 1971.
6. Козловская Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны. Минск, 1978.
7. Бибиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Ефремкина А. К., Кудряшева Н. К. Флора Налибокской пуши. Минск, 1980.
8. Парфенов В. И., Симонович Л. Г., Ставровская Л. А., Игнатенко В. И. // Березинский биосферный заповедник Белорусской ССР. Минск, 1983. С. 130.
9. Вынаев Г. В. Флорогенетическая структура и фитогеографические связи флоры Белоруссии: Автореф. ... канд. биол. наук. Минск, 1984.
10. Победимова Е. Г. // Флора европейской части СССР. Л., 1978. Т. 3. С. 100.
11. Черепанов С. К. // Свод дополнений и изменений к «Флоре СССР». Л., 1973.
12. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л., 1981.

УДК 577.472(28):51

В. Ф. ИКОННИКОВ

МЕЖГОДОВАЯ ЦИКЛИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ БИОЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКОСИСТЕМЫ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР

Выделение циклических составляющих в динамике биологических процессов, происходящих в водоемах, представляет важный этап исследования закономерностей их формирования [1, 2]. Особую актуальность приобрели эти исследования в связи с проблемой антропогенного эвтрофирования водоемов. Необходимо отличать направленные тенденции изменения водных экосистем от повторяющихся циклических ритмов.

В настоящей работе проведен спектральный анализ временных рядов наблюдений на Нарочанских озерах за прозрачностью воды по диску Секки, содержанием хлорофилла, сестона, численностью зоо- и бактериопланктона. Выявленные циклические колебания сопоставлены с изменением некоторых климатических факторов (атмосферные осадки, уровень режим озер, солнечная активность).

Материал и методика

В качестве биологических характеристик взяты среднесезонные величины содержания сестона в Нарочанских озерах с 1967 по 1980 гг. [3] (сектор гидробиологии Проблемной НИЛ экспериментальной биологии) и частично опубликованные [4] данные по прозрачности воды этих озер за 1970—1986 гг. Многолетние непрерывные натурные данные по содержанию хлорофилла *a* за 1976—1986 гг. были любезно предоставлены Р. З. Ковалевской. Численность различных групп зоопланктона в 1955—1970 гг. взяты из работы [5], бактериопланктона за 1967—1985 гг. — [6]. Кроме того, использованы материалы Белорусского отделения гидрометеослужбы по среднегодовым суммам осадков (1961—1978), уровню воды в оз. Нарочь (1967—1985) и по солнечной активности (числа Вольфа, 1967—1985) [7].

Для выявления циклических вариаций в рамках спектрального анализа находим функцию спектральной плотности $S_x(\omega)$ [8, 9]:

$$S_x(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos \omega \tau d\tau, \quad (1)$$

где $R_x(\tau)$ — корреляционная функция; ω — угловая частота; τ — временной сдвиг. Пики интенсивности спектральной плотности указывают на наличие циклических составляющих в спектре. Все расчеты выполнены на ЭВМ ЕС-1022 с использованием пакета прикладных программ СОМИ [9].

Результаты и их обсуждение

Хлорофилл *a*. Для всех озер характерно увеличение мощности спектра хлорофилла в районе частот $\omega = 1,26—1,58$ рад, соответствующих периоду $T = 4—5$ лет (рис. 1, *a*). Наиболее четко этот максимум выражен для высокоэвтрофного оз. Баторино. В озерах Нарочь и Мясро также

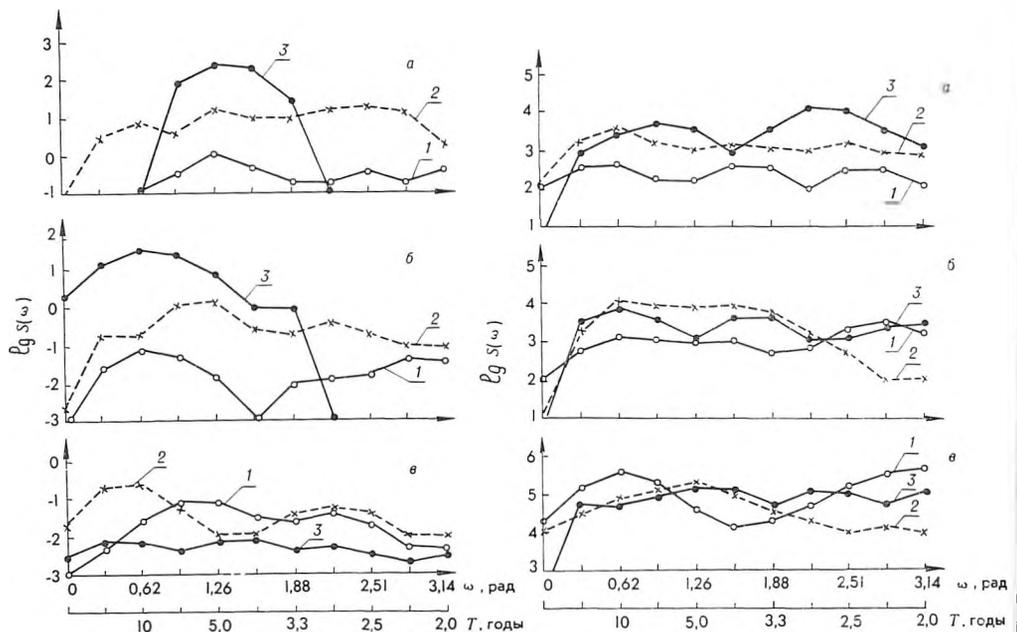


Рис. 1. Спектральная плотность рядов наблюдений за содержанием хлорофилла (*a*), сестона (*б*) и прозрачностью воды (*в*) в озерах Нарочь (1), Мясро (2) и Баторино (3)

Рис. 2. Спектральная плотность рядов наблюдений за численностью зоопланктона (*a* — клadoцера; *б* — копепода; *в* — коловратки) в озерах Нарочь (1), Мясро (2) и Баторино (3)

получен максимум на частоте $\omega=2,51$ рад, что соответствует наличию в рассматриваемых данных циклических составляющих в 2,5 года.

Сестон. Спектральная функция ряда наблюдений за содержанием сестона в этих озерах (рис. 1, б) имеет максимум при $T=10$ лет (для оз. Мястро он смещен в сторону меньших значений: $T=5,0-6,6$ года). Второй максимум ($T=2,0-2,2$ года) получен в оз. Нарочь. Как и в случае с хлорофиллом *a*, более резкие изменения функции спектральной плотности получены для оз. Баторино.

Прозрачность. Менее выраженный характер изменений спектральной плотности отмечен в ряде наблюдений за прозрачностью воды (рис. 1, в), хотя в общих чертах он повторяет изменение спектральной плотности содержания сестона. В оз. Нарочь наблюдаются две циклические составляющие: 5—7 лет и 3 года. На возможность циклических изменений прозрачности воды в этом озере указывалось ранее [4]. Резкий максимум ($T=10$ лет и более) получен для оз. Мястро ($\omega=0,62$ рад).

Зоопланктон. Спектральная функция ряда наблюдений за численностью различных групп зоопланктона в Нарочанских озерах показана на рис. 2. Для кладоцер в оз. Нарочь выделены три четких максимума в районе частот $\omega=0,31-0,62$, $\omega=1,58-1,88$ и $\omega=2,51-2,83$ рад, что соответствует наличию в рассматриваемых данных циклических составляющих в 10—15 лет; 3,3—4,0 и 2,2—2,5 года. Для оз. Мястро циклическость выражена крайне слабо. В оз. Баторино мощность спектра возрастает в районе частот $\omega=2,20-2,51$ рад, что соответствует $T=2,5-3,0$ года. Для копепод получена схожая картина. Наиболее четкие максимумы выделены в оз. Баторино: $T=10$ лет и 3—4 года.

Для коловраток оз. Нарочь получены два максимума — 10 лет и 2 года. Один растянутый максимум с периодом 5 лет наблюдался в оз. Мястро. На циклические изменения в численности зоопланктона этих озер указывается в работе [10].

Бактериопланктон. В озерах Нарочь и Мястро прослеживается увеличение мощности спектра численности бактериопланктона ($\omega=1,88-2,20$ рад), что соответствует наличию циклической составляющей 2,9—3,3 года (рис. 3, А). В оз. Баторино наблюдается растянутый цикл с периодом 4—10 лет.

Для выявления механизмов циклической вариации интересно сопоставить полученные результаты с изменением некоторых климатических факторов (рис. 3, Б). Спектральная функция ряда наблюдений за солнечной активностью (числа Вольфа) имеет один четкий максимум в районе $T=10$ лет. Один максимум ($T=4$ года, $\omega=1,58$ рад) получен также для среднегодовых сумм осадков. Спектральная функция ряда наблюдений за уровнем воды в оз. Нарочь имеет максимумы в районе частот $\omega=0,62-0,94$ и $\omega=1,58$ рад, что соответствует наличию циклических составляющих в 6,6—10 лет и 4 года.

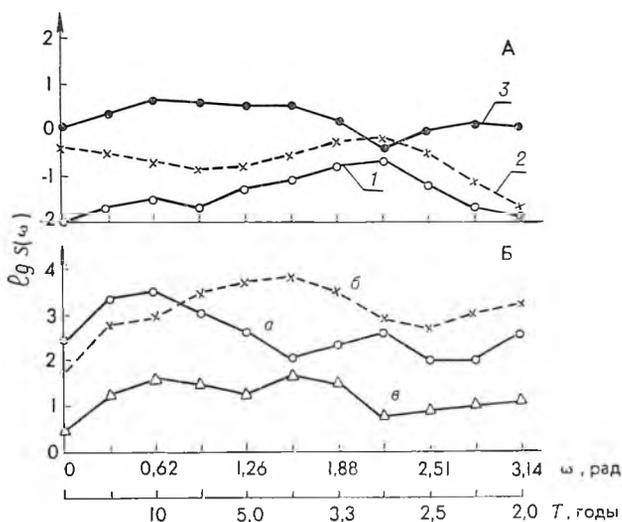


Рис. 3. Спектральная плотность рядов наблюдений за численностью бактериопланктона (А) в озерах Нарочь (1), Мястро (2) и Баторино (3); Б: за солнечной активностью (а), среднегодовыми суммами осадков (б) и уровнем воды (в) в оз. Нарочь

Таким образом, получена неплохая взаимная ковариация пиков спектральной плотности рядов наблюдений за биолимнологическими параметрами и климатическими факторами среды. Наличие близких гармоник в спектре уровня воды оз. Нарочь (H , см) и численности зоопланктона (N , тыс. экз./м³) дало возможность установить тесную обратную связь между этими параметрами [11]:

$$N = 630,1 - 2,95 \cdot H \quad (r = -0,96). \quad (2)$$

Следует отметить невысокую достоверность приведенных результатов спектрального анализа на низких частотах, поскольку мы имеем дело с короткими рядами наблюдений. Повышение достоверности получаемых результатов связано с организацией длительного непрерывного экологического мониторинга этих озер.

Таким образом, в результате наших исследований выявлены две основные циклические составляющие в изменении некоторых биолимнологических параметров Нарочанских озер: 2—3 года и 7—10 лет. По мере увеличения трофности озер отмечены более выраженные циклические колебания рассмотренных параметров. Полученные циклические изменения биолимнологических показателей хорошо коррелируют с такими климатическими факторами, как уровеньный режим озер, солнечная активность.

Список литературы

1. Ягодинский В. Н. Космический пульс биосферы. М., 1975.
2. Полтараус Б. В., Кислов А. В. Климатология (Палеоклиматология и теория климата). М., 1986.
3. Остапеня А. П. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 17.
4. Остапеня А. П. Там же. С. 12.
5. Петрович П. Г. Многолетние показатели развития зоопланктона озер. М., 1973. С. 7.
6. Потаенко Ю. С. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 210.
7. Астрономический календарь. Ежегодник. 1988. Вып. 91. М., 1987.
8. Бронфман А. М., Воловик С. П., Козлитина С. В., Кучай Л. А., Попов И. В. Статистическая структура океанологических и биологических параметров экосистемы Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1979.
9. Косинская В. И., Крылова Е. А., Ровнова О. В., Терещенко О. В., Шитик Г. В. // Программное обеспечение ЭВМ. 1983. Вып. 44. Ч. 2. С. 113.
10. Крючкова Н. М. // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши: Тез. докл. к XXIX Всесоюз. гидрохим. совещ. Ростов-на-Дону, 1987. Т. 2. С. 33.
11. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х., Петрович П. Г. Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 127.

УДК 577.352.4

Л. Л. МОРОЗ, В. Б. КАЗАКЕВИЧ, Н. Н. ПЕТРАШЕВСКАЯ

ДЕЙСТВИЕ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО НА ИОННЫЕ ТОКИ НЕЙРОНОВ

Метиленовый синий (МС) — основной краситель фенотиазинового ряда (тригидрат хлорида тетраметинина). Это один из наиболее широко применяемых красителей в нейробиологии, позволяющий проводить избирательное окрашивание отдельных нервных клеток и волокон. Для лучшего окрашивания необходимо нормальное функциональное состояние ткани и наличие в среде кислорода [1]. Однако в условиях нейрофизиологического эксперимента с использованием освещения препарата может происходить не только обратимое обесцвечивание красителя за счет изменения функционального состояния клетки [2], но и необратимые изменения, связанные с целым комплексом механизмов фотодина-

мического повреждения, включая свободнорадикальные процессы [3—6], что может привести к нарушению функционирования и гибели клетки. Электрофизиологические характеристики повреждения нейрональных мембран не исследованы. В связи с этим сделана попытка оценить действие МС в темноте и при освещении на потенциалзависимые ионные каналы и неспецифическую проводимость утечки в нейрональной мембране.

Материал и методика

Объект исследования — моллюски *Lymnaea stagnalis* массой 1,5—3 г., собранные в окрестностях Минска. Использовался стандартный метод внутриклеточной перфузии изолированных нейронов на V-образной полиэтиленовой присоске с фиксацией потенциала [7]. Центральная нервная система моллюсков выделялась и для облегчения последующего удаления соединительнотканых оболочек помещалась на 40—50 мин в раствор трипсина и гиалорунидазы по 0,25 %, приготовленный на растворе Рингера для моллюсков. Состав раствора (мМ): NaCl — 44; KCl — 3; CaCl₂ — 4; MgCl₂ — 2; ТрисHCl — 1; pH 7,4. Нейроны выделялись под контролем бинокулярного микроскопа с помощью вольфрамовых игл. Основной внутриклеточный раствор (мМ): KCl — 57; ЭГТА — 0,5; ТрисHCl — 1; pH 7,4 применялся в начале перфузии нейрона, затем для выделения Na-тока замещался последовательно растворами (мМ): ТрисF — 58; ЭГТА — 0,5; pH 7,4 для блокады Ca-каналов [7] и бескальциевым: ТрисHCl — 58; ЭГТА — 0,5; pH 7,4. Ток утечки оценивали при подаче на мембрану исследуемой клетки гиперполяризующих толчков тока от уровня поддерживаемого потенциала, соответствующего потенциалу покоя (50—60 мВ).

Раствор МС (10^{-4} — 10^{-3} М) готовили на растворе Рингера для моллюсков или на соответствующих внутриклеточных растворах. Источником света служил осветитель ОИ-19 (9 Вт, 25 В) с расстояния 25 см.

Результаты и их обсуждение

Действие МС в темноте проверялось на 18 нейронах. В качестве модели потенциалозависимой проводимости использовался быстрый входящий ток через натриевые каналы. В концентрациях 10^{-4} — 10^{-3} М метиленовый синий на протяжении 1 ч перфузии практически не влиял ни на натриевые токи, ни на проводимость утечки как в условиях перфузии нейронов растворами с красителем, так и при наружном приложении. Эти данные не соответствуют результатам американских авторов, которые показали блокирующее действие растворов МС на натриевые каналы аксонов рака [8]. Возможно, подобное несоответствие результатов связано с межвидовыми различиями, что выражается в гораздо меньшей чувствительности натриевых каналов *L. stagnalis* к тетродотоксину [9].

Действие МС при освещении исследовалось на 29 нейронах. При внутриклеточном приложении МС (10^{-4} М) и освещении натриевый ток постепен-

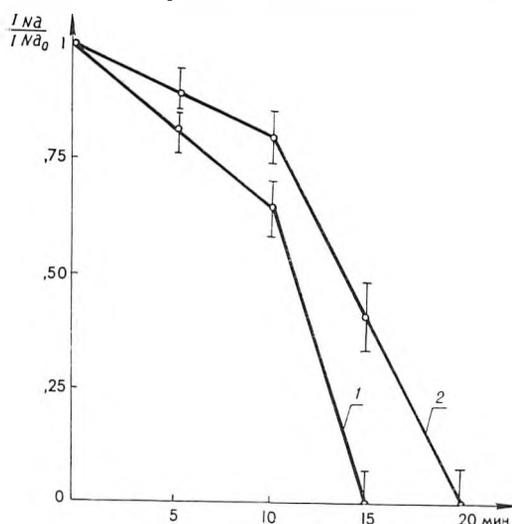


Рис. 1. Изменения амплитуды натриевого тока в условиях внутриклеточной перфузии нейронов МС при освещении:

1— 10^{-3} , 2— 10^{-4} М МС; I_{Na} , I_{Na0} — величины натриевого тока при действии МС в условиях освещения и темноте соответственно

но подавляется и к 25-й мин исчезает (рис. 1). С увеличением концентрации до 10^{-3} М эффект развивается на 3—5 мин быстрее. Аналогичная картина наблюдается при наружном приложении МС. Блокирование натриевых каналов происходит без видимых изменений в кинетических параметрах ионных токов. Из вольтамперных характеристик натриевого тока (рис. 2) видно, что действие МС не связано с экранированием фиксированных на мембране зарядов, так как отсутствует сдвиг вольтамперных характеристик вдоль оси потенциалов и при внутриклеточном, и при внеклеточном приложении МС.

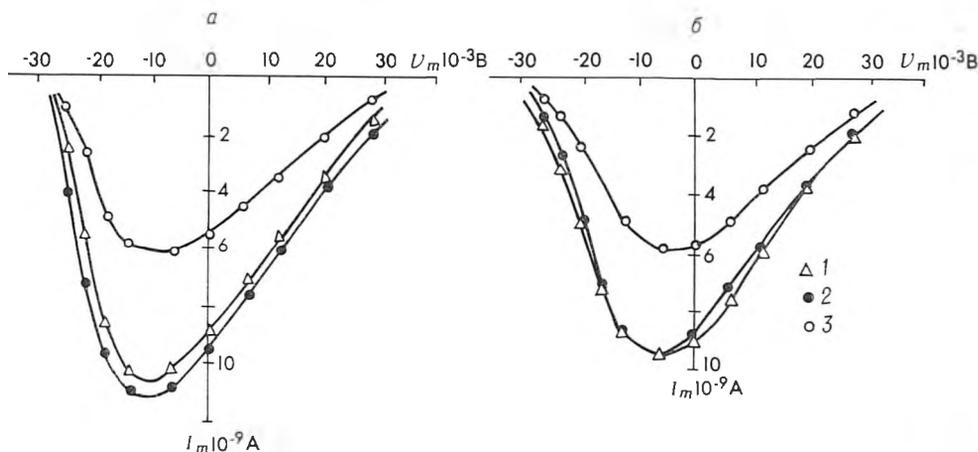


Рис. 2. Вольтамперные характеристики натриевого тока в условиях действия МС: а — внеклеточное, б — внутриклеточное приложение. Поддерживаемый потенциал — 60 мВ: 1 — контроль; 2 — в темноте; 3 — МС при освещении 10 мин

Изменение тока утечки под действием МС развивается через некоторый латентный период (до 12 мин) на фоне уже частично заблокированной натриевой проводимости. До 25-й мин увеличение проводимости носит линейный характер, а затем проводимость резко повышается, приводя к гибели клетки.

Таким образом, можно заключить, что сама молекула МС не обладает способностью к специфическому взаимодействию с ионными каналами и не влияет на электрические характеристики мембран. При освещении в результате развития фотодинамического эффекта индуцируется цепь свободнорадикальных превращений в мембране [3—6], приводящих к нарушению адекватного липидного окружения натриевых каналов и изменению микровязкости мембран [10, 11]. Возможно также прямое взаимодействие промежуточных продуктов фотосенсиблизованного окисления с натриевыми каналами. Значительно позже развивается пассивная проводимость утечки, которая, по-видимому, обусловлена накоплением конечных продуктов перекисного окисления липидов, способных вызвать резкое повышение проводимости липидного бислоя [12].

Список литературы

1. Самойлов М. О., Вшивцева В. В., Гнстов А. В. Прижизненная микроскопия нейрона. Л., 1978.
2. Савостин В. А., Никонова Е. В., Архипенко С. В., Осипов Б. С. // Журн. эволюц. биохим. и физиол. 1983. Т. 19. № 2. С. 195.
3. Blaumharr C. O., Fridowich T. // Anal. Biochem. 1971. V. 38. N 1. P. 267.
4. Harmatz D., Blauer G. // Photochem. and Photobiol. 1983. V. 38. N 3. P. 441.
5. Gibson S. L., Conen H. J., Hill R. Ibid. 1984. V. 40. N 4. P. 841.
6. Koch W. H., Bass G. E. Ibid. V. 39. N 6. P. 215.
7. Костюк П. Г., Крысталь О. А. Механизмы электрической возбудимости нервной клетки. М., 1981.
8. Starkus J. G., Heggenes S. T., Rauner M. D. // Biophys. Journ. 1984. V. 46. N 2. P. 385.
9. Чесмерис Н. К. // Биофизика. 1982. Т. 27. № 4. С. 738.

10. Lee A. G. // Nature. 1986. V. 267. N 5569. P. 545.
11. Прилипко Л. Л., Каган В. Е., Тюрин В. А., Горбунов И. В., Богданова Е. Д. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 269. № 5. С. 1260.
12. Антонов В. Ф. Липиды и ионная проницаемость мембран. М., 1982.

УДК (598.2)591.471.3

Л. Д. БУРКО

АЛЛОМЕТРИЯ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ ПТИЦ

Основой филогенетической систематики животных являются исследования морфологических адаптаций. В отличие от особенностей экологии, этологии и физиологии они представляют собой как бы «запись этих последних» [1]. Необходимо отметить, что морфологическое разделение не всегда соответствует его функциональному разделению. Однако каждый орган (как морфофункциональная единица) имеет свою особую (главную) функцию, и в основном морфологическое и функциональное разделение организма совпадают [1]. Во многих случаях соотношение размеров части тела и организма в целом удается весьма точно описать уравнением степенной зависимости [2]: $y = bx^a$, где y — длина или диаметр, мм; x — масса тела, кг; a — константа.

В связи с изложенным нами проведено аллометрическое исследование плечевых и бедренных костей птиц.

Материал и методика

Исследованы следующие виды птиц (в скобках указана масса тела) различных систематических групп.

Podicipediformes. *Podiceps cristatus* (чомга 0,96 кг).

Gaviiformes. *Gavia arctica* (чернозобая гагара 2,30 кг).

Anseriformes. *Anas platyrhynchos* (кряква 1,11 кг). *A. penelope* (свиязь 0,67 кг). *A. querquedula* (чирок-трескунок 0,34 кг). *A. clypeata* (широконоска 0,55 кг). *A. strepera* (чирок-свиистунок 0,32 кг). *Aythya fuligula* (хохлатая черныш 0,70 кг).

Falconiformes. *Accipiter gentilis* (тетеревиатник 1,22 кг). *A. nisus* (перепелятник 0,25 кг). *Buteo lagopus* (зимняк 1,00 кг). *B. buteo* (канюк 0,78 кг). *Aquila pomarina* (малый подорлик 1,31 кг). *Circus aeruginosus* (болотный лунь 0,56 кг). *Pandion haliaetus* (скопа 1,50 кг). *Hypotrichis subbuteo* (чеглок 0,21 кг).

Galliformes. *Tetrao urogallus* (глухарь 4,19 кг). *Lyrurus tetrix* (тетерев 1,19 кг). *Tetrastes bonasia* (рябчик 0,35 кг). *Perdix perdix* (серая куропатка 0,37 кг).

Charadriiformes. *Charadriidae.* *Vanellus vanellus* (чибис 0,22 кг). *Tringa nebularia* (большой улит 0,17 кг). *T. totanus* (травник 0,12 кг). *T. ochropus* (черныш 0,08 кг). *T. glareola* (фифи 0,07 кг). *Actitis hypoleucos* (перевозчик 0,06 кг). *Philomachus pugnax* (турухтан 0,11 кг). *Calidris minutus* (кулик-воробей 0,02 кг). *Limnospiza minutus* (гаршнеп 0,07 кг). *Gallinago media* (дупель 0,19 кг). *G. gallinago* (бекас 0,10 кг). *Scolopax rusticola* (вальдшнеп 0,29 кг). *Numenius arquata* (большой кроншнеп 0,70 кг). *Limosa limosa* (большой веретенник 0,29 кг). *Calidris alpina* (чернозобик 0,04 кг).

Laridae. *Chlidonias nigra* (черная крачка 0,06 кг). *Sterna hirundo* (речная крачка 0,12 кг). *Larus ridibundus* (озерная чайка 0,27 кг).

Strigiformes. *Glaucidium passerinum* (воробьиный сыч 0,05). *Asio otus* (ушастая сова 0,29 кг). *A. flammeus* (болотная сова 0,28 кг). *Syrnium aluco* (серая неясыть 0,55 кг).

Piciformes. *Dryocopus martius* (черный дятел 0,32 кг). *Dendrocopos major* (большой пестрый дятел 0,08 кг). *Picus canus* (седой дятел 0,12 кг).

Passeriformes. *Corvidae.* *Garrulus glandarius* (сойка 0,15 кг). *Pica pica* (сорока 0,20 кг). *Nucifraga caryocatactes* (кедровка 0,17 кг). *Corvus*

monedula (галка 0,20 кг). *C. frugilegus* (грач 0,42 кг). *C. cornix* (серая ворона 0,52 кг). *C. corax* (ворон 1,24 кг).

Номенклатура птиц дана по А. И. Иванову [3]. У взрослых половозрелых особей, добытых в природных условиях, определялась масса тела. Отпрепарированные плечевые и бедренные кости измерялись с помощью штангенциркуля (точность до 0,1 мм). Показатели аллометрических уравнений рассчитывались по стандартной программе на микрокалькуляторе БЗ-34. Всего исследовано 267 взрослых особей птиц 52 видов.

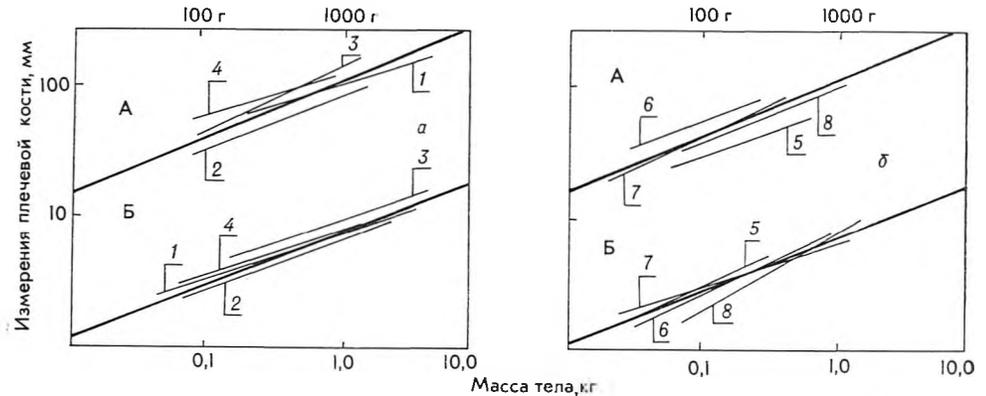


Рис. 1. Логарифмические зависимости длины (А) и диаметра (Б) плечевой кости птиц от массы тела. Жирные — теоретические линии регрессии, рассчитанные для всех видов птиц. Тонкие — линии регрессии, рассчитанные для Anseriformes (1), Galliformes (2), Falconiformes (3), Strigiformes (4) (а); Piciformes (5), Charadriiformes-fem. Charadriidae (6), fem. Laridae (7), Passeriformes-fem. Corvidae (8) (б).

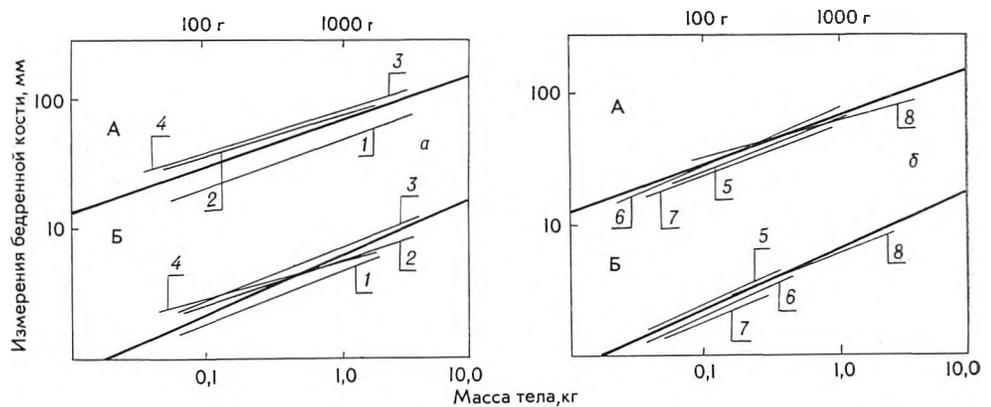


Рис. 2. Логарифмические зависимости длины (А) и диаметра (Б) бедренной кости птиц от массы тела. Обозначения те же, что и на рис. 1

Результаты и их обсуждение

На рис. 1, 2 показаны зависимости длины и поперечных размеров трубчатых костей конечностей от массы тела птиц. В целом линии регрессии, рассчитанные для птиц различных отрядов, хорошо группируются около теоретических линий регрессии для всех видов птиц. Тем не менее они имеют различный угол наклона и расположение относительно общих линий регрессии как для длины, так и для поперечных размеров диафизов плечевых и бедренных костей. Рассчитаны также коэффициенты уравнений регрессии для длины и поперечных размеров указанных элементов скелета. Для исследованных видов птиц длина плечевой кости $96,6 x^{0,39}$ мм, диаметр диафиза — $6,95 x^{0,39}$ мм (x — масса тела, кг). Длина бедренной кости $65,4 x^{0,34}$ мм, диаметр диафиза бед-

ренной кости — $6,0 \times 0,42$ мм. Эти различия не лишены определенного биологического значения, поскольку условия локомоций, в которых находятся конечности птиц, неодинаковы. Передняя конечность адаптирована к условиям нагрузок, связанных с полетом различного типа (статическое и динамическое парение, машущий, волнообразный полет и др.), задняя участвует в ходьбе, плавании либо нырянии [4]. У птиц с различным типом полета соотношение длины скелетных элементов крыла различно [5].

По данным Р. Александера [6], для длины плечевой и бедренной костей млекопитающих показатели аллометрических уравнений (a) равны (0,36), для поперечных размеров плечевой кости $a=0,38$, бедренной — 0,36. Сравнение наших результатов с данными [6] показывает, что для плечевых костей птиц константа a аллометрического уравнения несколько больше, в то время как для бедренной — меньше, чем у млекопитающих. Существенно различаются эти показатели для поперечных размеров бедренных костей: у птиц 0,42 (см. таблицу), у млекопитающих — 0,36.

Значения константы a уравнения степенной зависимости длины или диаметра плечевой и бедренной костей от массы тела птиц различных систематических групп

Систематические группы птиц	Плечевая кость		Бедренная кость	
	длина	диаметр	длина	диаметр
Anseriformes	0,34	0,33	0,37	0,39
Falconiformes	0,45	0,34	0,31	0,38
Galliformes	0,41	0,40	0,31	0,36
Charadriiformes				
Charadriidae	0,40	0,40	0,37	0,41
Laridae	0,39	0,32	0,39	0,41
Strigiformes	0,35	0,32	0,31	0,27
Piciformes	0,33	0,42	0,37	0,42
Passeriformes				
Corvidae	0,41	0,39	0,29	0,36
Общие для исследованных видов птиц	0,39	0,39	0,34	0,42

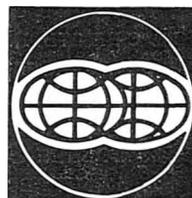
Прежде чем приступить к интерпретации данных таблицы, считаем необходимым отметить, что в системе подразделений термина «аллометрия», которая может считаться в своей основе общепринятой, различают: а) межвидовую аллометрию, выявляющуюся при сравнении средних значений исследуемого признака, характерных для особей (как правило, взрослых) разных видов и б) эволюционную аллометрию, которую можно определить как межвидовую в ряду филогенетически близких форм [2]. В системе указанных подразделений рассматривается исследованный нами материал. Следует также отметить, что из двух параметров уравнения степенной функции (b) и (a) большим вниманием исследователей пользуется второй, интерпретируемый как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс и определяемый как отношение удельных скоростей роста части и целого. Интерпретация параметра b представляет интерес в первую очередь для исследований межвидовой (особенно эволюционной) аллометрии в том случае, когда сравниваются кривые, для которых значения a равны [2]. Параметр b обозначает величину y при $x=1$.

Данные таблицы показывают удельный рост костной компакты птиц исследованных групп. Для длины плечевых костей он минимальный у

дятлов ($a=0,33$), максимальный у дневных хищных птиц ($a=0,45$). Для длины бедренных костей — минимальный у врановых ($a=0,29$), максимальный у чайковых ($a=0,39$). Для поперечных размеров плечевой кости — минимальный у чайковых и сов ($a=0,32$), максимальный у дятлов ($a=0,42$). Привлекают внимание различия показателей a для поперечных размеров плечевой кости у куликов ($a=0,40$) и у чаек ($a=0,32$). Для длины плечевой кости различия этих показателей у них минимальны (0,39 и 0,40), в то же время различия удельного роста компакты в толщину значительны, несмотря на филогенетическую близость этих групп птиц. Сравнения коэффициентов аллометрических уравнений для длины плечевой кости куриных ($b=4,32$) и врановых ($b=5,22$) при $a=41$ отражает тенденцию формирования скелета крыла и летных качеств в целом у представителей этих групп [5]. Таким образом, исследования аллометрических особенностей трубчатых костей конечностей птиц показывают их различный удельный рост по исследованным параметрам, а результаты исследований могут быть использованы для дальнейших филогенетических построений.

Список литературы

1. Познанин Л. П. Экологические аспекты эволюции птиц. М., 1978.
2. Минна М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных. М., 1976.
3. Иванов А. И. Каталог птиц СССР. Л., 1976.
4. Шестакова Г. С. Строение крыльев и механика полета птиц. М., 1971.
5. Гладков Н. А. // Изв. АН СССР: Сер. биол. 1947. № 1. С. 139.
6. Alexander R. Mc. N., Jayes A. S., Maloiy G. M. O. and Wathuta E. M. // Journ. Zool. London, 1979. V. 189. P. 305.



УДК 550.83/84

В. М. МОСКОВКИН, В. М. ШИРОКОВ,
М. Б. МАНУЙЛОВ, О. П. РОНЕНКО

ИМИТАЦИОННАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ПЛЯЖА КАК ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ

Одним из перспективных путей защиты берегов от разрушения является создание искусственных пляжей. Для их оптимального проектирования необходимы достаточно надежные имитационные модели, способные прогнозировать их динамику с учетом управляющих воздействий (подсыпка материала на пляж). В основе таких моделей должно лежать уравнение баланса пляжеобразующего материала. Один из таких подходов позволяет решать задачи оптимального управления береговыми системами типа: клиф — пляж [1, 2]. В настоящей работе предлагается альтернативный стохастический подход к решению аналогичных проблем: использование аппарата цепей Маркова, применяемого при моделировании некоторых природных и технологических процессов [3—5].

Полидисперсная система пляжа в момент времени t_0 содержит $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0k}$ частиц размерами l_1, l_2, \dots, l_k ($S_0(N_{0i}, l_i, t_0)$ — начальное состояние). С этого момента времени система при волновом воздействии в течение интервала времени Δt переходит в новое состояние ($S_1(N_{1i}, l_i, t_1)$ — состояние в момент времени t_1), характеризующееся новым спектром $N_{11}, N_{12}, \dots, N_{1k}$ на момент времени $t_1 = t_0 + \Delta t$. При $t \rightarrow \infty$ система стремится достичь некоторого монодисперсного состояния $S_m(N_{mi}, l_k, t \rightarrow \infty)$, характеризующегося некоторым минимальным размером частиц l_{\min} , после которого дальнейшее истирание невозможно (песчаный пляж с частицами одного размера).

Частицы, находящиеся в момент времени $t_0 = 0$, за интервал времени Δt могут с вероятностью p перейти в следующее состояние S_1 или с вероятностью q остаться в S_0 ($p+q=1$). При переходе в состояния S_2, S_3, \dots, S_m они также характеризуются некоторыми значениями p и q . Возникает необходимость определения вероятностей перехода системы из состояния S_0 в состояния S_1, S_2, \dots, S_m во времени в процессе истирания частиц. Эта задача может быть решена с использованием аппарата цепей Маркова [3, 4, 6, 7].

Представим поведение некоторой частицы полидисперсной системы через дерево распределения вероятностей (рис. 1).

Частица за интервал времени Δt может претерпеть некоторые изме-

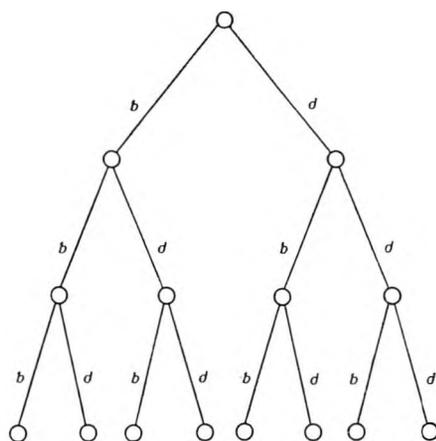


Рис. 1. Дерево распределения вероятностей

нения (в процессе истирания изменить свой размер) и перейти из состояния S_0 в S_1 и так далее; переход из S_0 в S_i ($i \geq 2$) за время Δt будем считать невозможным.

Согласно приведенному дереву распределения вероятностей, формируется матрица W переходных вероятностей [3, 4], в которой фигурирует величина p — вероятность перехода частицы определенного размера из состояния S_{i-1} в состояние S_i .

Искомые вероятности являются элементами квадратной матрицы размером m , которые получаем, решая характеристическое уравнение [7]:

$$\Delta_{m-1} = |\lambda \varepsilon - W| = 0, \quad (1)$$

где λ — характеристические числа; ε — единичная матрица.

Из уравнения (1) находим искомую переходную функцию Φ_i [6] — вероятность истирания частиц во времени, которую с достаточной степенью точности можно аппроксимировать формулой вида:

$$\Phi_i = p_i^n, \quad n \leq m. \quad (2)$$

Для определения p можно воспользоваться методикой, предложенной в [8]; тогда

$$p = N/N_0, \quad (3)$$

где N_0 — количество частиц в начальный момент времени; N — количество частиц, изменивших форму за промежуток времени Δt .

Для полидисперсной системы имеем: $p_1 = N_{11}/N_{01}$ для частиц размером l_1 ; $p_2 = N_{12}/N_{02} = l_2$; ...; $p_{k-1} = N_{1,k-1}/N_{0,k-1} = l_{k-1}$; для частиц размером l_k вероятность истирания равна нулю ($p_k = 0$).

Поведение полидисперсной системы описывается системой балансовых уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} N_1 = N_{01} - N_{01} \sum_{n=1}^m p_1^n, \\ \dots \\ N_{k-1} = N_{0,k-1} - N_{0,k-1} \sum_{n=1}^m p_{k-1}^n + N_{0,k-2} \sum_{n=1}^m p_{k-2}^n, \\ N_k = N_{0,k} + N_{0,k-1} \sum_{n=1}^m p_{k-1}^n. \end{array} \right. \quad (4)$$

Первое уравнение системы (4) дает информацию об изменении количества частиц N_1 наибольшей фракции l_1 во времени; второе — об изменении количества частиц N_{k-1} , причем их увеличение происходит за счет перехода из предыдущего состояния. Последняя строчка системы уравнений (4) дает информацию о возрастании последней фракции (минимальный размер частиц) за счет пополнения из предыдущей.

Система уравнений (4) описывает изменение гранулометрического состава пляжа без учета уноса материала в море или водохранилище, что в практике встречается довольно редко, поэтому представляет интерес разработка поправки, учитывающей унос частиц.

Постановка задачи. Предположим, что некоторая частица в начальный момент времени находится в покое и по прошествии года (времени Δt) уносится из изучаемого объема пляжа в море с вероятностью τ и с вероятностью r не уносится. Образует цепь Маркова, введя состояния: S_1 — частица уносится в море; S_2 — частица остается в изучаемом объеме n лет (где n может задаваться сколь угодно большим); S_3 — состояние частицы после первого года (вероятность частицы остаться после первого года на пляже); S_4 — состояние частицы после второго года и т. д. На основании предложенных рассуждений строится матрица переходных вероятностей, из которой определяются искомые вероятности [4].

Итак, вероятность выноса частиц с пляжа во времени:

$$Q_i = 1 - r_i^n, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

Прогноз вероятности выноса частиц различных фракций осуществляется по формуле (5) по годовым данным натуральных измерений, причем определение годовых вероятностей уноса частиц различного размера проводится по аналогии с приведенной методикой (формула (3)). Q_i для различных фракций определяется по формулам: $Q_1 = 1 - r_1$, $r_1 = N_{11}^*/N_{01}$ — для размера l_1 ; $Q_2 = 1 - r_2$, $r_2 = N_{12}^*/N_{02}$ — для l_2 и так далее, где N_{11}^* , N_{12}^* , ... — количество частиц, оставшихся на пляже по прошествии одного года.

С учетом приведенных рассуждений система (4) запишется в виде:

$$\begin{cases} N_1 = N_{01} r_1^n - N_{01} \sum_{n=1}^m p_1^n, \\ N_2 = (N_{02} + N_{01} \sum_{n=1}^m p_1^n) r_2^n - N_{02} \sum_{n=1}^m p_2^n, \\ \dots \\ N_k = (N_{0k} + N_{0, k-1} \sum_{n=1}^m p_{k-1}^n) r_k^n. \end{cases} \quad (6)$$

Первый член уравнения (6) показывает, сколько частиц первой, наибольшей фракции размером l_1 , осталось по прошествии n лет ($n=1, 2, 3, \dots$) в исследуемом объеме пляжа. Второй член уравнения несет информацию об исчезновении частиц первой фракции в результате истирания.

Второе уравнение системы (6) показывает изменение количества частиц второй фракции (размер частиц l_2), причем, как следует из формулы (6), частицы, перешедшие во вторую фракцию из предыдущей, также участвуют в процессе уноса. Последующие уравнения системы описывают поведение каждой фракции.

Система (6) дает представление о количественном изменении состава полидисперсной системы пляжа во времени (при расчетах целесообразно выбирать как можно большее количество градаций по размерам; единичный интервал времени Δt выбирается таким, за который изменения в системе были бы очевидны (один год) в результате истирания и уноса пляжеобразующего материала. При учете поступления как искусственного, так и естественного материала на пляж в систему уравнений (6) необходимо внести поправку. Если вносимый и составляющий пляж материалы однородные, то закон истирания и уноса для них будет единый, и для описания динамики внесенного материала будет справедлива система (6). При составлении единого уравнения значения N_{0i} и N_{0i}^* (количество подсыпаемого материала определенного размера) можно связать между собой следующим соотношением:

$$\lambda_i = N_{0i}^*/N_{0i}. \quad (7)$$

Временные значения n для подсыпаемого материала смещаются на величину времени запаздывания (время внесения материала относительно начала отсчета t_0 , $n=0$), причем если подсыпка материала происходит ежегодно, то и с каждым последующим λ_i будет появляться новый член уравнений системы (6).

Представляет интерес прогнозирование протекания процесса не по годовым данным, а по возможно меньшему сроку наблюдений. Истирание и унос частиц — функции волновой активности, поэтому, задавшись наблюдениями по изменению фракционного состава за месяц или два

(желательно выбирать месяцы наибольшей волновой активности, например, с ноября по декабрь или с января по февраль) и используя методику определения вероятности изменения гранулометрического состава пляжа за месяц или два (формулы (3) и (5)), можно восстановить значения p и r за год и по ним вести прогноз дальнейшего протекания процесса на 2, 3, 4, ..., n лет. Пусть по результатам натурных измерений $p_M=0,2$ за первые два зимних месяца наблюдений, тогда из табл. 1 можно определить волновую активность за этот период (24,7%). Так как p_M является функцией волновой активности, то $p_r=0,2 \cdot 100/24,7=0,801$.

Таблица 1

Волновая активность Южного берега Крыма
в относительных и процентных величинах

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f_α	0,03	0,15	0,37	0,49	0,65	1,00	0,67	0,85	0,72	0,74	0,39	0,09
$\hat{f}_\alpha, \%$	0,50	2,50	5,90	8,00	10,6	16,2	10,8	13,9	11,8	12,1	6,30	1,40
Месяц	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6

Таблица 2

Исходные данные
численного эксперимента

№	$l_i, \text{мм}$	p_i	r_i
1	80	0,005	0,999
2	75	0,008	0,998
3	70	0,010	0,997
4	65	0,012	0,996
5	60	0,025	0,995
6	55	0,035	0,994
7	50	0,050	0,993
8	45	0,150	0,992
9	40	0,250	0,991
10	35	0,150	0,990
11	30	0,050	0,989
12	25	0,030	0,985
13	20	0,018	0,981
14	15	0,005	0,978
15	10	0,002	0,974
16	5	0,000	0,970

На примере (рис. 2) прогнозируется изменение гранулометрического состава галечного пляжа юго-восточного побережья Крыма. В табл. 2 приведены исходные данные: вероятность истирания и вероятность частиц остаться в объеме пляжа в течение первого года.

На рис. 2 показаны: начальное разделение частиц пляжа по размерам (1); изменения гранулометрического состава пляжа по прошествии 100 лет в процессе истирания (2), система уравнений (4); а также в процессе истирания и уноса (3), система уравнений (6); причем потери пляжеобразующего материала составили около 48% исходного.

Пляжеобразующие фракции полидисперсной системы пляжа в процессе истирания образуют тенденцию исчезновения наиболее активной фракции (50—35 мм), в последующем образуются два спектра частиц: фракция размером от 80 до 55 и от 35 до 5 мм (см. рис. 2, кривая 2). Подобная ситуация имеет место, когда по каким-то причинам

отсутствует унос материала с природного пляжа. Кривая 3 показывает тот же процесс динамики пляжа, но с учетом уноса пляжеобразующего материала, при этом, как видно из рисунка, прослеживается тенденция исчезновения мелкой фракции и образование со временем пляжа частицами от 80 до 45 мм. Аналогичные случаи мы имеем и на формирующихся пляжах водохранилищ [10, 11].

Для оценки реальных значений параметров разработанной стохастической

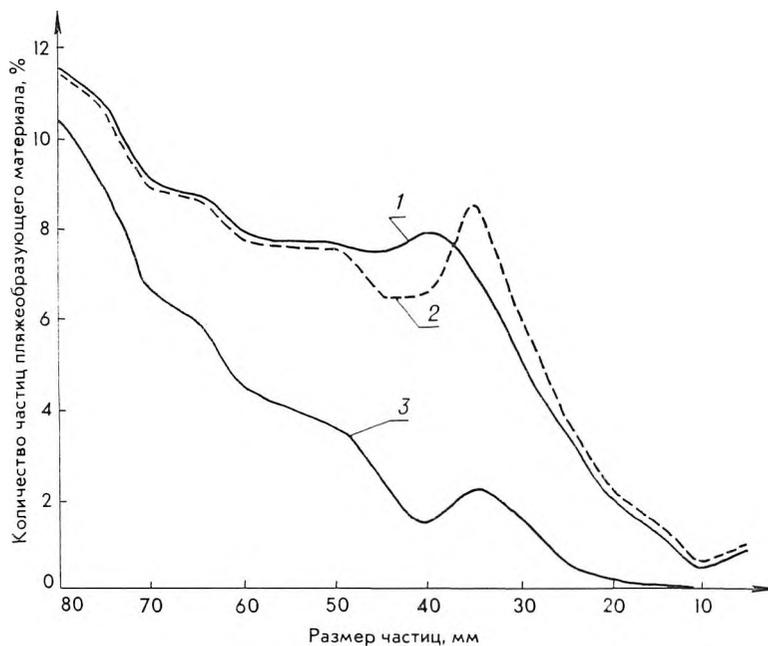


Рис. 2. Кривые распределения частиц полидисперсного пляжа по размерам. Пояснения см. в тексте

ческой модели необходима постановка натуральных экспериментов на береговых полигонах. Модель может быть использована для оптимизации режимов подсыпки и гранулометрического состава подсыпаемого материала, особенно при организации сохранения пляжа как берегоукрепительного устройства в морских и водохранилищных условиях.

Список литературы

1. Московкин В. М., Есин Н. В. // Докл. АН СССР. 1985. Т. 3. С. 731.
2. Trofimov A. M., Moskovkin V. M. // Z. Geomorphol. 1985. Bd. 29. N 3. S. 257.
3. Баруча-Рид А. Т. Элементы теории марковских процессов и их приложения. М., 1969.
4. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. М., 1970.
5. Parsons A. J. // Mathematical Geology. 1976. V. 8. N 6. P. 597.
6. Мануйлов М. Б., Гороновский И. Т. // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1986. № 8. С. 38.
7. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций. М., 1968.
8. Назарян М. М., Ефимов В. Т., Кульский Л. А., Есаулов С. М., Михайленко Г. И., Мануйлов М. Б. // Химия и технология воды. 1985. Т. 7. № 1. С. 16.
9. Атлас волнения и ветра Черного моря. Л., 1969.
10. Трофимов А. М., Широков В. М., Московкин В. М. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 3. С. 54.
11. Широков В. М., Московкин В. М. Там же. 1987. № 3. С. 51.

УДК 551.481.1

Л. В. ГУРЬЯНОВА

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В МАЛОМ ОЗЕРЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ ТЭС

Исследования температурного режима озер-охладителей ТЭС важны при размещении сбросных и заборных сооружений ТЭС, использовании водоема в качестве рыбохозяйственного угодия, прогнозировании кислородного режима, а также при решении ряда других технических и экологических задач.

гических вопросов. В опубликованных исследованиях по водоемам-охладителям особенностям горизонтального и вертикального распределения температуры воды уделяется большое внимание. В условиях сброса подогретых вод ТЭС в водоем, с одной стороны, прослеживается углубление слоя эпилимниона, сокращение периода летней стагнации, удлинение сроков весенней и осенней циркуляции [1, 2], с другой, в водоемах-охладителях наблюдается возрастание устойчивости водных масс к вертикальному перемешиванию под действием ветра, а также формирование зоны с прямой стратификацией воды, высоким вертикальным градиентом температуры в районе сброса теплых подогретых вод [3—5]. В связи с этим для выявления особенностей распределения температуры воды в малом полимиктическом озере умеренного типа в результате сброса подогретых вод ТЭС проведен комплекс гидрологических работ на оз. Белое (Брестская обл.).

Оз. Белое (площадь водного зеркала 5,2 км², объем водной массы 17,7 млн м³, максимальная глубина 4,9 м) с 1961 г. является водосм-охладителем Березовской ТЭС мощностью 920 МВт. В течение года по двум сбросным каналам в озеро поступает около 870 млн м³ воды с температурой 11—33 °С, забор воды с температурой 4—26 °С из озера осуществляется по заборному каналу. За период 1985—1986 гг. по акватории озера проведен ряд скоростных съемок с измерением температуры воды на 35 постоянных вертикалях с использованием электротермометров. С учетом эллипсоидальной формы котловины водоема на основании полученных данных по вертикальному распределению температуры воды рассчитаны значения стабильности водных масс (D_z^t , Дж/м²) по методике В. Р. Хомскиса [6], которые показывают, какое количество работы необходимо для выравнивания температуры по глубине без поступления и потерь тепла.

До сооружения Березовской ТЭС водная масса оз. Белое перемешивалась до дна под действием ветра, термическая стратификация в летний период отсутствовала ($D_z^t = 0$), температура воды в течение года колебалась в пределах 0—24 °С, достигая максимальных значений (32,2 °С) в

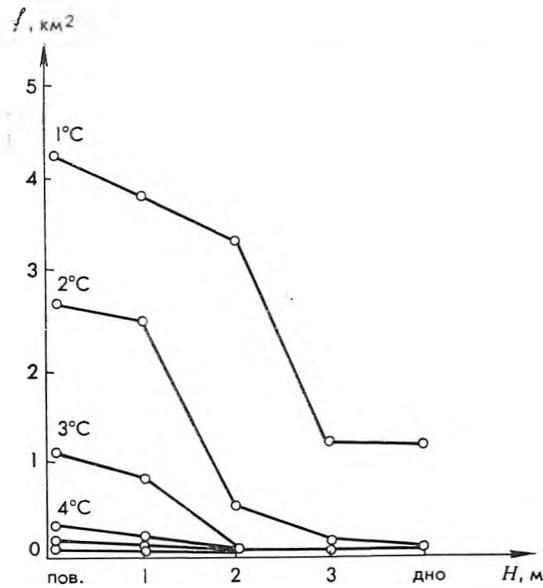


Рис. 1. Изменение площади зон постоянного подогрева воды на 1—6°С над нормально естественной температурой от глубины в оз. Белое

июле, длительность ледоставного периода составляла около 113 дней. В связи с притоком подогретых вод ТЭС среднегодовая температура воды озера повысилась на 5,6 °С, а максимальная температура — до 38,3 °С. По акватории водоема прослеживается горизонтальная термическая неоднородность: на 4 км² площади озера в течение года постоянно наблюдается превышение температуры воды на 1 °С над нормально естественной, около 3 км² площади озера подогревается на 2—3 °С, а на 0,3 км² площади акватории температура воды на 4 °С и более превышает нормально естественную (рис. 1). В связи с тем, что поступающие с систем охлаждения сбросные воды ТЭС имеют более высокую температуру и соответственно меньшую плот-

ность, чем вода озера, они распространяются в верхних слоях водной толщи и под действием ветра разносятся по поверхности. Формирующий-ся слой температурного скачка между верхней метровой толщей и ниже-

лежащими слоями ограничивает прогревание придонных слоев воды. На горизонте 3 м зона подогрева воды на 1°C уменьшается в три раза по сравнению с поверхностью, а зона подогрева на $5\text{--}6^{\circ}\text{C}$ отсутствует (см. рис. 1). С горизонтальной неоднородностью распределения температуры воды по акватории озера связаны особенности вертикального изменения температуры воды и сезонного хода стабильности водной массы (рис. 2).

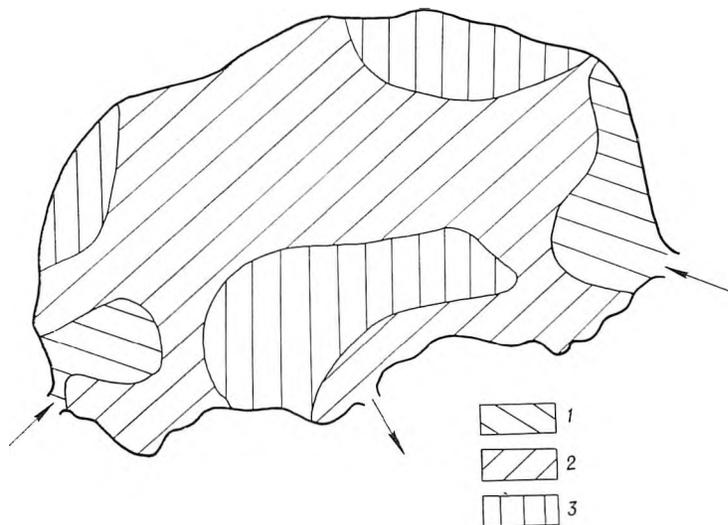


Рис. 2. Типы термического режима, выделяемые по акватории озера-охладителя Белое:

1 — мономиктический; 2 — димиктический; 3 — полимиктический

Около устьев сбросных каналов температура воды в течение года в поверхностных слоях изменяется в пределах $8\text{--}30$, у дна — $5\text{--}23^{\circ}\text{C}$. С марта по декабрь в условиях прямой термической стратификации в верхней двухметровой водной толще температура скачкообразно изменяется с глубиной (вертикальный градиент $2\text{--}6$ град/м), затем плавно понижается ко дну. В январе — феврале при низкой температуре воды ($6\text{--}7^{\circ}\text{C}$) развивается гомотермия. Стабильность водных масс в зимний период не превышает 30, а в летний — достигает $170\text{--}190$ Дж/м. Один период полного вертикального перемешивания воды зимой и длительное существование прямой термической стратификации позволяют охарактеризовать эту часть акватории оз. Белое как зону с мономиктическим типом термического режима [7].

Для центральной части акватории озера характерен термический режим, типичный для димиктических водоемов умеренной климатической зоны: в течение года температура воды в поверхностных слоях изменяется в пределах $0,1\text{--}29$, у дна — $2\text{--}26^{\circ}\text{C}$. Формирующаяся в конце апреля и существующая до октября прямая термическая стратификация неустойчива и легко разрушается под действием ветра. Летом при штиле термическое расслоение прослеживается в верхней метровой толще воды (вертикальный градиент $2\text{--}5$ град/м), которое затем сменяется плавным понижением температуры до дна. В наиболее суровые зимы в начале февраля на этой части акватории оз. Белое формируется непродолжительный (около 10 дней) ледовый покров с максимальной толщиной 10 см при обратной термической стратификации водных масс. В зимне-весенний период на границе центральной части озера, где сохраняется ядро холодных вод ($2\text{--}3^{\circ}\text{C}$), и зоны с мономиктическим режимом (температура воды $6\text{--}14^{\circ}\text{C}$) формируется термобар, который выполняет функцию плотностного барьера и ограничивает распространение подогретых вод по акватории водоема-охладителя. Сезонный ход стабильности водных

масс (в мае — сентябре около 100 Дж/м^2 , в течение остальных месяцев водные массы лабильны ($D_z^t = 0$)) отражает закономерности изменения температуры воды.

Для прибрежных мелководных частей озера характерен полимиктический режим [8]. В течение года температура воды изменяется в пределах $0,1\text{—}26^\circ\text{C}$, при этом разница между поверхностными и придонными температурами составляет не более десятых градуса. В течение года водные массы озера лабильны ($D_z^t = 0$).

Таким образом, в условиях поступления подогретых вод ТЭС с температурой $11\text{—}33^\circ\text{C}$ в малое полимиктическое озеро умеренного типа вертикальное температурное расслоение и стабильность водных масс возрастают; по акватории озера-охлаждителя наблюдается формирование зон постоянного подогрева воды с моно-, ди-, полимиктическими типами термического режима.

Список литературы

1. Zdanowski B., Korycka A. // Roczn. nauk rol. 1976. Zest. 97. N 3. S. 141.
2. Adams E. E., Wells S. A., Ho E. K. // Journ. Hydraul. Eng. 1987. V. 113. N 3. P. 293.
3. Ромась Н. П., Соколов С. А. // Вопр. гидрологии суши: Докл. конференц. молодых уч. и спец. Ленинград, март, 1983. Л., 1985. С. 157.
4. Березовская И. Н., Григорьева Т. А. Там же. С. 146.
5. Effler S. W., Owens E. M., Schimel K. A. // Water Air and Soil Pollut. 1986. V. 27. N 3—4. P. 247.
6. Хомский В. Р. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, 1969.
7. Хатчинсон Д. Лимнология. М., 1969.
8. Olszewski P. // Zesz. nauk. wyzszej szkoly rolniczej w Olsztynia. 1959. N 4. S. 111.

УДК 911.3.312(476)

Б. А. МАНАК

СОВРЕМЕННАЯ МИГРАЦИОННАЯ СИТУАЦИЯ В БССР

Миграция населения — сложный и трудно управляемый процесс, на воздействие на него можно, только глубоко зная характер движения, причины или мотивы перемещения людей. Статистических сведений явно недостаточно, чтобы хорошо представлять истинную картину и сущность процесса. Для изучения миграции широко используются специальные обследования, опросы населения, анкетирование, выборочные переписи. В частности, в программу Всесоюзной переписи населения 1989 г. с целью изучения миграционной подвижности жителей включен вопрос «Место рождения».

Для того чтобы выявить тенденции и региональные различия в миграционном движении населения БССР, проводится большая научно-исследовательская работа. Некоторые выводы, представленные в предлагаемой статье, базируются на сравнительно-географическом анализе статистической информации за 20-летний период в разрезе районов и городов республики, на результатах неоднократных обследований большого количества хозяйств, населенных пунктов, районов, зон влияния городов. Следует отметить, что тенденции в современной миграции населения республики определяются теми сдвигами, которые произошли в социально-экономическом развитии региона, и носят довольно устойчивый характер.

1. Шестидесятые — восьмидесятые годы — особый этап в истории экономического и социального развития БССР, этап быстрого наращивания экономического, научно-технического и интеллектуального потенциалов,

выравнивания развития всех районов, этап самого активного процесса урбанизации. Это обусловило активизацию подвижности населения, вызвало перераспределение миграционных потоков, усложнило состав мигрантов. На современном этапе населению республики присущи все виды и формы миграции. Во внутривнутриреспубликанском движении постоянно идет поток мигрантов по направлению село — город; усилился приток из города в село; активизировались перемещения город — город, село — село. В межрайонной (внешней) миграции характерно разнообразие форм: организационный набор рабочей силы, плановое распределение специалистов, переселение семей, индивидуальные переселения на постоянное или временное место жительства, работы, учебы. Большую роль стали играть сезонные миграции в форме студенческих строительных отрядов, сезонного оргнабора, экспедиционно-вахтовых отрядов. Ежегодно имеет место, хотя и незначительная, межгосударственная миграция в форме эмиграции или обмена кадрами специалистов.

2. В миграционном процессе четко выражена тенденция возрастания потока мигрантов в республику.

Высокие темпы экономического развития при снижении темпов роста населения, возрастание потребности в трудовых ресурсах при сокращении их резервов, быстрое развитие городов, улучшение условий жизни всех групп населения постепенно привели к уменьшению его оттока за пределы БССР. В то же время территория республики стала престижной для мигрантов из Сибири, Урала, Казахстана. Общая миграционная убыль практически свелась к нулю, однако объем миграции не уменьшился, а только изменил направление и стал внутривнутриреспубликанским.

К середине 80-х годов в результате миграции из села в город столица республики стала полуторамиллионным городом (за 70 лет Советской власти население Минска возросло в 16 раз), через 100-тысячный рубеж перешагнули еще 10 городов, и в настоящее время 65 человек из 100 жителей — горожане. Поток село — город доминирует и в современных условиях, только масштабы его постепенно сокращаются по мере уменьшения миграционного потенциала сельских поселений. Так, в 80-е годы в числе десяти сельских мигрантов, прибывших в города БССР, девять — выходцы из белорусских сел. Следовательно, сельская миграция продолжает играть решающую роль в формировании городского населения Белоруссии.

Миграцией в города определяется и динамика сельского населения. Практически стабильно на протяжении последних 20 лет каждая тысяча сельских жителей теряет в результате миграции около 20 человек: в 60-е годы отрицательное сальдо сельской миграции составило около 1 млн чел., в 70-е годы — 900 тыс., за первую половину 80-х годов — 500 тыс. чел.

Новой тенденцией для сельской местности является только то, что миграционная убыль в 80-е годы усугубилась естественной. На фоне страны БССР выделяется чрезмерной убылью сельского населения уже не первое десятилетие. Это и вызывает особое внимание к проблеме стабилизации сельской миграции.

3. Для оптимизации миграционной ситуации в республике прежде всего необходимо переориентироваться в распределении капиталовложений между городом и селом в пользу последнего как в экономическом, так и в социальном плане. До тех пор, пока города республики будут развиваться за счет экстенсивного фактора наращивания рабочих мест, а не в результате интенсификации труда и трудосберегающих технологий, они будут привлекать рабочую силу из села, несмотря на запретительные меры.

Важно отметить, что с повышением культурно-образовательного уровня населения возрастает роль специфических социальных факторов миграции не только в межрайонных, но и во внутренних переселениях. Это касается не только сельских поселений, но и большинства малых городов и городских поселков. Районы, населенные пункты с широким

выбором занятий и более комфортными условиями проживания привлекают мигрантов через разные каналы миграции — трудовой, учебной, семейной. В условиях БССР наибольшей притягательной силой обладают крупные города или прогрессирующие в развитии средние и малые. Происходит как бы «подтягивание» демографических ресурсов к центрам систем расселения, уплотнение вокруг них населения.

Современного сельского жителя наиболее устраивают крупные, комплексно развитые поселения смешанного типа, где есть все возможности для трудоустройства, выбора занятий, профессионального роста и отвечающего городским стандартам досуга. Экономико-географическая обособленность мелких деревень, неудовлетворительные условия труда и быта являются побудительными мотивами миграции молодежи, молодых семей, которым в такой ситуации трудно предложить какие-либо компенсационные условия.

Взаимодействие указанных факторов обусловило усиление перемещений по линии малый город — крупный, село — село, т. е. из мелких деревень в центры хозяйств, из отстающих хозяйств в передовые, из окраинных, периферийных зон к центрам систем расселения, в пригороды тех городов, где возможны активные маятниковые миграции.

4. Переход на внутривнутриреспубликанский миграционный обмен не означает, что Белоруссия перестала участвовать в хозяйственном освоении новых районов страны или прекратила связи со своими соседями. На эти каналы связей приходится $\frac{1}{3}$ миграционного оборота.

По-прежнему самые активные миграционные связи БССР имеет с РСФСР как с соседними (Центральный, Северо-Западный, Северный, Москва, Ленинград), так и с дальними, сибирскими районами. На долю Украины приходится около 10 % миграционного оборота, Прибалтики — 5 %. Связи с Казахстаном по сравнению с 50-ми годами резко сократились, более выраженным стал приток из Казахстана. Со всеми остальными районами страны миграционные связи менее выражены и результат их незначительный.

Однако в географии внешних потоков появились новые эпицентры притяжения: ими стали восточные районы страны, среди которых наиболее активные миграционные связи БССР имеет с Тюменской областью, со всеми районами в зоне Байкало-Амурской магистрали, с Красноярским краем и приморскими районами Дальнего Востока. При этом основное участие в миграции (в отличие от 50-х годов) стали принимать горожане; этот канал связей даже вызывает убыль городского населения БССР. Примечательно и то, что Белоруссия предлагает восточным районам не просто рабочую силу, как было на всех предыдущих этапах, а преимущественно квалифицированные кадры через все формы организованного и индивидуального перераспределения трудовых ресурсов и этим самым помогает укреплять трудовой потенциал наиболее трудodefицитных районов страны.

5. Миграция в восточные районы носит характер планового перемещения трудовых ресурсов. Белорусская ССР постоянно участвует в наборе для предприятий и строек в восточных районах, хотя по сравнению с 50-ми и 60-ми годами масштабы его уменьшились. Главными потребителями рабочей силы по этому каналу миграции являются лесное хозяйство, деревообрабатывающая промышленность, строительство, рыбное хозяйство. Рабочая сила используется как постоянно, так и сезонно. В наборе доминирует молодое, в основном мужское население. Преимуществом набора является то, что через него район-заказчик получает необходимую рабочую силу, избегая излишних дорогостоящих перемещений трудящихся.

Ежегодно практикуется и такая форма плановой миграции, как организованное переселение семей. Объем этого переселения уменьшился и проводится дифференцированно, с учетом трудовых возможностей тех или иных районов Белоруссии. Переселяются семьи в районы нового освоения с целью закрепления там населения.

Для восточных районов в плановом порядке распределяется и часть выпускников вузов республики, главным образом инженерно-технических и экономических специальностей. Они направляются на предприятия и стройки Тюменской области, Якутии, Красноярского, Приморского краев, Иркутской, Магаданской, Амурской областей.

Источником сезонной рабочей силы в восточных районах являются студенческие строительные отряды. Только в 80-е годы в стройотрядах работало около 10 тыс. чел. из различных учебных заведений БССР.

В связи с активным освоением нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири начал практиковаться особый способ формирования трудовых коллективов — вахтовые отряды, которые обслуживают в основном Тюменский район нефте- и газодобычи.

Таким образом, организованные формы миграции в определенной степени способствуют пополнению трудовых ресурсов наименее трудообеспеченных районов страны. Однако несмотря на то, что мобилизуются все формы организованного распределения рабочей силы, в миграционном потоке доминируют индивидуальные переселения.

Общий итог миграции между БССР и восточными районами страны складывается в пользу нашей республики. Только Тюменская область имеет положительное сальдо в обмене с БССР. Учитывая большие расходы государства на обустройство каждого рабочего места, такой результат миграции нельзя считать рациональным, так как в нем имеют место обратные потоки, что приносит ущерб народному хозяйству в целом. Необходимо более строгое плановое регулирование переселений на дальние расстояния, совершенствование мер по закреплению трудовых ресурсов в районах нового хозяйственного освоения. Важно при этом ориентироваться на внедрение трудосберегающих технологий и приоритетное развитие в удаленных районах всего комплекса социальной инфраструктуры. В этих районах следует постоянно расширять базу собственного воспроизводства населения, с одной стороны, и наиболее эффективно использовать наличный трудовой потенциал, с другой, так как миграционные возможности районов — старых поставщиков рабочей силы, в том числе и БССР, на современном этапе ограничены. Следовательно, меры миграционной политики необходимо сочетать с трудосберегающей, и научно-технический прогресс обязан в первую очередь работать на трудодефицитные районы.

6. Определенное воздействие на характер и направления миграции населения стали оказывать и экологические факторы. Неудовлетворительная среда обитания в отдельных локальных зонах побуждает население к вынужденной перемене места жительства. Так, в результате последствий Чернобыльской аварии возрос отток населения из южных районов Гомельской, отдельных районов Могилевской областей, увеличился приток в Витебскую область, которая считается наиболее экологически чистой зоной. Эти миграции никакими планами предусмотрены не были, последствия их скажутся в дальнейшем.

Таким образом, проблемы миграции населения носят глубоко социальный характер; с ними связаны судьбы многих тысяч людей, участвующих в этом процессе, требующем постоянного изучения, управления, регулирования на уровне не только районов, республик, но и каждого конкретного населенного пункта. При этом необходимо помнить, что социальные запросы населения будут возрастать, поэтому меры сегодняшней социальной политики, в том числе и миграционной, должны работать на XXI век.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Рассматривая проблемы системного подхода в пространственно-временной организации природной среды с точки зрения концепции геосистем и их функционирования [1], важно определить место и значение спектральных отражательных характеристик (СОХ) геосистем с позиций современной теории и задач физической географии.

Применение аэрокосмических спектрофотометрических методов исследования Земли свидетельствует о том, что наиболее содержательной является информация в форме полей яркости, относящихся к различным участкам волн — от ультрафиолетового до радиодиапазона, которая допускает как количественную интерпретацию, так и качественный анализ данных в форме изображений [2].

Действие физических принципов на организационные связи геосистем и их пространственную дифференцированность в каждом конкретном регионе в условиях однородной подстилающей поверхности будет определяться отношением суммарной солнечной радиации, радиационного баланса и температуры для некоторого промежутка времени [3, 4]. Следовательно, в основе формирования оптического поля рассматриваемой на определенном таксономическом уровне геосистемы лежит принцип физического взаимодействия суммарной солнечной радиации с оптически активным слоем земной поверхности.

Поток поступающей на Землю солнечной энергии частично поглощается и рассеивается атмосферой и земной поверхностью, а также переизлучается в тепловой части спектра. Процессы рассеяния и поглощения происходят в оптически активном наружном слое природной поверхности толщиной в несколько миллиметров, который определяет уровень и спектральный состав отраженного излучения. С помощью дистанционного спектрометрирования можно получать информацию о физических свойствах и составе окружающей природной или искусственной поверхности, поскольку взаимодействие энергии и вещества, происходящее в природе, абсолютно различно в разных диапазонах электромагнитного спектра.

В практике дистанционного спектрометрирования наиболее распространенными являются такие характеристики [5, 6], как спектральная плотность энергетической яркости (СПЭЯ) и коэффициент спектральной яркости (КСЯ).

Спектральные энергетические свойства геосистем определяются путем измерения зависимости интенсивности отраженного поверхностного излучения от длины волны излучения и состояния геосистемы на момент съемки. Поскольку отраженная солнечная энергия трансформируется за счет различных физических и химических свойств элементов геосистемы, получаемые спектральные характеристики являются интегральными показателями этих элементов, определяющими специфику их состояния в пространстве и во времени, а следовательно, и особенности функционирования той или иной геосистемы на момент измерений.

Как видно из таблицы, между физической сущностью основных географических законов 7, протекающих в геосистеме, и суммарной солнечной радиацией, учитываемой с помощью спектральных энергетических характеристик, существует тесная диалектическая связь.

На основании изложенных концепций (см. таблицу) можно сказать, что оптическое поле геосистем, характеризуемое СОХ, является одним из основных энергетических показателей физических процессов, проходящих в этой системе. Методы дистанционной спектрометрии, характеризуя пространственно-временной ход спектральной яркости геосистемы, могут найти широкое применение в решении конкретных задач физической гео-

**Связи оптических характеристик геосистем с физической сущностью
основных географических законов**

Основной географический закон и его физический принцип [7]	Генетическая и функциональная связи физической сущности основного географического закона с оптическими характеристиками геосистемы	Пример реализации связи
<p>Периодический закон географической зональности (в основе закона лежит принцип различия от места к месту приходящего тепла и влаги).</p>	<p>Различные природные зоны в зависимости от количества поступающей суммарной радиации во времени и пространстве имеют различные отражательные характеристики.</p>	<p>Растительность различных климатических зон поглощает и отражает солнечный свет различно. СПЭЯ и распределение ее статистических характеристик в пределах умеренной зоны подчинены принципу зональности.</p>
<p>Закон целостности географической оболочки и взаимной обусловленности ее компонентов (в основе закона лежит обмен веществом и энергией).</p>	<p>Оптические характеристики геосистемы, являясь отражением ее энергетической основы, есть наиболее качественное проявление целостности геосистемы, выраженное в количественной форме.</p>	<p>Влияние экологических и морфологических характеристик элементов геосистемы, в частности растительности, на ее спектральную яркость.</p>
<p>Закон количественной компенсации в функциях географической оболочки в связи с колебаниями в деятельности Солнца (процесс суммирования положительных и отрицательных возмущений во времени и в пространстве геосистемы из-за колебаний, главным образом солнечной активности).</p>	<p>Спектральная яркость геосистемы непосредственно связана во времени и в пространстве с колебаниями солнечной активности, выраженной количеством суммарной солнечной радиации.</p>	<p>Установлена корреляционная связь между сезонно-суточной динамикой спектрополяризационных характеристик отражения геосистем различного уровня с количеством их биомассы и другими биометрическими показателями.</p>
<p>Принцип изменчивости функционирования геосистем (изменчивость показателей, поступающих в геосистему, т. е. на «входе», и изменчивость показателей на «выходе»). Количество осадков на «входе» — один показатель, приводит к приросту деревьев и увеличению стока — два показателя на «выходе».</p>	<p>Рассматривая процессы преобразования электромагнитной энергии в геосфере (рассеяние, поглощение, преломление), видим, что изменчивость состояний отраженного потока зависит от вещественно-энергетического состава геосистемы и вторичного влияния атмосферы. С другой стороны, количество поступающей и отраженной солнечной радиации, определяемой СОХ, приводит к изменению всех физико-географических показателей геосистемы.</p>	<p>Оптические свойства растений, характеризующихся СОХ как показателем на «выходе», определяются многими факторами, зависящими, в свою очередь, от количества поступающей солнечной энергии как основного показателя геосистемы на «входе».</p>
<p>Закон территориальной дифференциации (принцип множественности геосистем в пределах одной морфоструктуры, поэтому выделение геосистемы, особенно ландшафта — есть абстракция высокого уровня, так как это сложный процесс, сочетающий анализ теоретических и полевых разработок).</p>	<p>Геосистеме любого таксономического ранга при данных условиях освещения в данный момент или промежуток времени соответствует определенное ей оптическое поле, условно ограничивающее ее открытость и в горизонтальном, и в вертикальном направлениях. СОХ геосистем могут быть использованы как критерии их пространственной дифференциации.</p>	<p>Определение границ физико-географических зон по их оптическому полю.</p>

Основной географический закон и его физический принцип [7]	Генетическая и функциональная связи физической сущности основного географического закона с оптическими характеристиками геосистемы	Пример реализации связи
<p>Закон трансформации потока солнечной энергии в биосфере (принцип ассимиляции величины энергии на каждом последующем географическом уровне. Величина энергии на последующем уровне ниже, чем на предыдущем.)</p>	<p>Закон находит свое отражение в процессах многократного рассеяния, поглощения и переноса солнечной электромагнитной энергии, определяемой СОХ, в системе атмосфера — подстилающая поверхность.</p>	<p>Ассимиляция световой энергии, падающей на лист растительности. Энергия уменьшается за счет процессов рассеяния, поглощения и пропускания. Количество отраженной солнечной энергии поэтому меньше количества падающей.</p>
<p>Закон устойчивости функционирования геосистем, или закон регуляторных функций отдельных подсистем (принцип регулирования и саморегулирования геосистемы на основе вещественно-энергетических и информационных прямых и обратных связей).</p>	<p>Реакция спектрального отражения, характеризуемая СОХ, различна и зависит от регуляторных свойств геосистемы. Процессы регулирования прежде всего связаны с изменением сезонно-суточного хода солнечной радиации.</p>	<p>Изменение геометрического положения листа растительности по отношению к плоскости солнечного вертикала в течение суток и, следовательно, изменение его отражательных свойств.</p>
<p>Закон энтропии геосистем (два принципа энтропии в географии: а) мера разнообразия структур, определяющая сложность организации геосистем и их функционирования; б) изменение различных форм свободной энергии в геосистемах: механической, химической, тепловой, биогенной).</p>	<p>Изучение вещественно-энергетических и функциональных связей геосистемы между основными ее структурными элементами и параметрами спектральных свойств позволяет на их основе проводить оценку состояния геосистемы. Основной источник неэнтропии геосистемы — солнечная радиация.</p>	<p>Геосистема, фиксируя поток солнечной энергии, в том числе и электромагнитной, создает запас различных форм свободной энергии, разрядка которой происходит благодаря вещественно-энергетическим и информационным связям.</p>

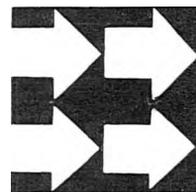
**Теоретическое и практическое использование данных
дистанционной спектроскопии в исследовании геосистем**



графин, в частности пространственной дифференциации, классификации, районировании, и оценке состояния геосистем на требуемом таксономическом уровне с привлечением теоретических и полевых разработок (см. схему) [8, 9].

Список литературы

1. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978.
2. Кондратьев К. Я. // Современная проблематика дистанционных исследований геосистем. М., 1983, С. 8.
3. Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды. М., 1966.
4. Зубов С. М. Основы геофизики ландшафтов. Минск, 1985.
5. Слейтер Ф. Н. // ТИИЭР. М., 1985. Т. 73. № 6. С. 56.
6. Исследование природной среды с пилотируемых орбитальных станций / Под ред. К. Я. Кондратьева. Л., 1972.
7. Дьяконов К. Н. // Вопросы географии. 1981. № 117. С. 28.
8. Эстес Дж. Э. // ТИИЭР. М., 1985. Т. 73. № 6. С. 151.
9. Estes J. E., Jensen J. R., Simonett D. S. // Remote Sensing Environ. 1980. V. 10. N 1. P. 43.



УДК 548.753:547.458.82

В. И. ТОРГАШОВ, Д. Я. ЦВАНКИН, Е. В. ГЕРТ

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОГРАММ НЕУСТОЙЧИВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТРИНИТРИТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Тринитрит целлюлозы, впервые полученный нами в сухом кристаллическом состоянии, характеризуется низкой гидролитической устойчивостью даже по отношению к атмосферной влаге [1, 2]. Рентгенодифракционное исследование его требует специальных условий. Для рентгеновской съемки такого рода соединений фотометодом образец обычно изолируют от внешней среды с помощью стеклянного капилляра, однако при работе с волокнистыми материалами проведение этой операции весьма затруднительно. Кроме того, ослабление интенсивности рентгеновского излучения стенками капилляра приводит к увеличению экспозиции, а дифракционный фон от них на фоторентгенограмме маскирует малонтенсивные рефлексы объекта, затрудняя измерения. При изучении кристаллической структуры тринитрита целлюлозы мы использовали несколько отличные от традиционных приемы рентгеновской съемки, позволяющие на всем ее протяжении сохранить неизменность химического состава образца.

Текстуррентгенограммы получали в камере РКСО-2 установки УРС-1,0. Камеру размещали в полиэтиленовом мешке, дно которого приклеивали к торцовой поверхности входной диафрагмы коллиматора. Рентгеновские лучи поступали в камеру через отверстие в мешке, совпадающее с осью коллиматора. После установки образца в специально подготовленное гнездо, а также кассеты с рентгеновской пленкой (эти операции занимали несколько секунд) мешок плотно перевязывали за кассетой, предварительно пропустив в него шланг для подачи сухого охлажденного азота. Поступающий в рабочий объем камеры газ сушили и охлаждали пропусканием через несколько склянок с ангидроном и погруженный в жидкий азот кварцевый сосуд. Таким образом, процесс рентгеновской съемки осуществлялся в небольшом замкнутом объеме в атмосфере сухого охлажденного азота. Исходным материалом для получения триэфира в хорошо ориентированном состоянии служили волокна очищенного и отбеленного льна (97 % α -целлюлозы [3]). Образец представлял собой пучок параллельно уложенных волокон диаметром 0,5 мм, закрепленный на специальной алюминиевой рамке. Операции нитрозирования, отмывки и высушивания в вакууме [1] проводили на подготовленном таким путем материале. Время экспозиции в зависимости от типа используемой рентгеновской пленки (РТ-1; РТ-12; РТ-4м; РМ-1 с усиливающими экранами) колебалось от 1 до 8 ч. Наиболее высокое разрешение и качество рентгенограмм достигнуто на пленке РТ-1 (экспозиция 3—5 ч).

Параллельно со съемкой текстуррентгенограмм в «просвечивающем» режиме работы дифрактометра ДРОН-2,0 получали кривые распределения интенсивности рефлексов по экватору и меридиану рентгенограммы. Для этой цели образцы готовили в виде плотной полоски (20×15 мм,

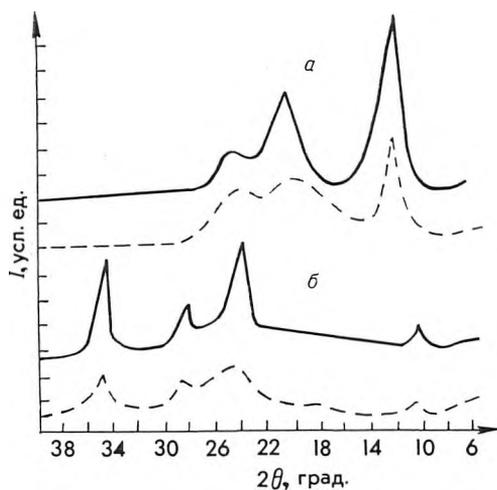
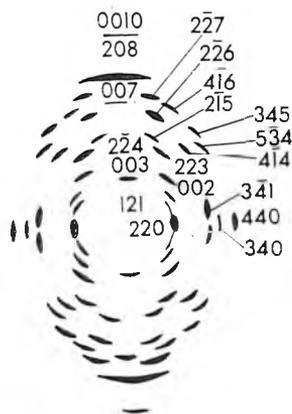


Рис. 1. Схема текстуррентгенограммы тринитрата целлюлозы ($CZ=2,97$)

Рис. 2. Распределение интенсивности по экватору (а) и меридиану (б) рентгенограмм тринитрата и высокозамещенного ($CZ=2,75$) нитрата (пунктир), полученных на основе льняной целлюлозы (SiK_{α} излучение)

толщина 0,5 мм) параллельно уложенных волокон, которую фиксировали с помощью нитей на предметном стекле, нитрозировали, отмывали диэтиловым эфиром, высушивали в вакууме на холоде. Полученный таким образом ориентированный препарат тринитрата целлюлозы помещали между двумя слоями тонкой (5 мкм) лавсановой пленки, практически не дающей дифракционного фона. Пленку зажимали кольцом в гнезде приставки ГП-4, фиксируя тем самым препарат на оси гониметра. Выполняя роль держателя образца, пленка в то же время изолировала его от внешней среды, предотвращая разложение.

Результаты рентгенодифракционных экспериментов (рис. 1, 2) позволили установить тип сингонии и параметры элементарной ячейки ближайшего аналога тринитрата целлюлозы. Следует отметить, что сопоставительный анализ кристаллической структуры тринитрата и тринитрата целлюлозы представляет интерес, поскольку среди известных в настоя-

Наблюдаемые рефлексы и межплоскостные расстояния в тринитрате целлюлозы

hkl	d , нм		I^* эксперимент	hkl	d , нм		I эксперимент
	эксперимент	теория			эксперимент	теория	
220	0,710	0,719	ос	$\bar{5}34$	0,349	0,347	о. сл
340	0,390	0,393	о. сл	$2\bar{1}5$	0,465	0,463	ср
440	0,355	0,359	с	345	0,313	0,311	о. сл
121	0,803	0,807	сл	$2\bar{2}6$	0,374	0,375	с
$3\bar{4}1$	0,428	0,423	ос	$4\bar{1}6$	0,350	0,350	сл
022	0,755	0,757	о. сл	007	0,365	0,360	ср
003	0,851	0,848	сл	$2\bar{2}7$	0,331	0,333	ср
223	0,540	0,549	сл	208	0,309	0,309	ср
$2\bar{2}4$	0,493	0,497	ср	0010	0,255	0,255	о. сл
$4\bar{1}4$	0,443	0,443	сл				

* Интенсивность рефлексов: ос — очень сильный; с — сильный; ср — средний; сл — слабый; о. сл — очень слабый.

шее время высокозамещенных эфиров целлюлозы такого рода аналогия в строении макромолекул является единственной. Кроме того, тринитрат целлюлозы отличается от всех изученных в кристаллографическом отношении эфиров целлюлозы аномальной величиной периода идентичности, соответствующей пяти ангидроглюкозным фрагментам. Текстуррентнограмма тринитрата целлюлозы содержит 19 независимых отражений, хорошо индицируемых в моноклинной элементарной ячейке с параметрами $a=2,53$, $b=1,89$, $c=2,55$ нм (ось волокна C), $\gamma=95,8^\circ$. Значения экспериментальных и рассчитанных межплоскостных расстояний приведены в таблице.

Сопоставление стандартной длины виртуальной связи $0,1-0,4$ глюкопиранозного кольца ($0,543$ нм) с периодом идентичности C позволяет заключить, что макромолекула тринитрата целлюлозы, как и макромолекула тринитрата [3], содержит пять элементарных звеньев на период. Теоретическая плотность кристаллитов, рассчитанная исходя из установленного строения элементарной ячейки, через которую проходит восемь цепных молекул, составляет $1,36$ г/см³. Экспериментальное значение плотности устанавливали пикнометрически с использованием абсолютного диэтилового эфира. Операции этерификации целлюлозы смесью оксида азота (IV) с диэтиловым эфиром, отмывки тринитрата диэтиловым эфиром [1, 2] проводили непосредственно в пикнометре, исключая возможность разложения препарата в процессе эксперимента. Найденная величина экспериментальной плотности ($1,39$ г/см³) находится в хорошем соответствии с теоретически рассчитанной.

Список литературы

1. Торгашов В. И., Герт Е. В., Бильдюкевич А. В., Капуцкий Ф. Н. // Высокомолекул. соед. 1987. Т. 29 Б, № 9. С. 699.
2. Торгашов В. И., Герт Е. В., Бильдюкевич А. В., Капуцкий Ф. Н. // Химия древесины. 1988. № 1. С. 14.
3. Свиридов А. Ф., Мясникова Р. М., Титова Е. Ф., Цванкин Д. Я., Перцин А. И. // Кристаллография. 1984. Т. 29. Вып. 2. С. 247.

УДК 576.35

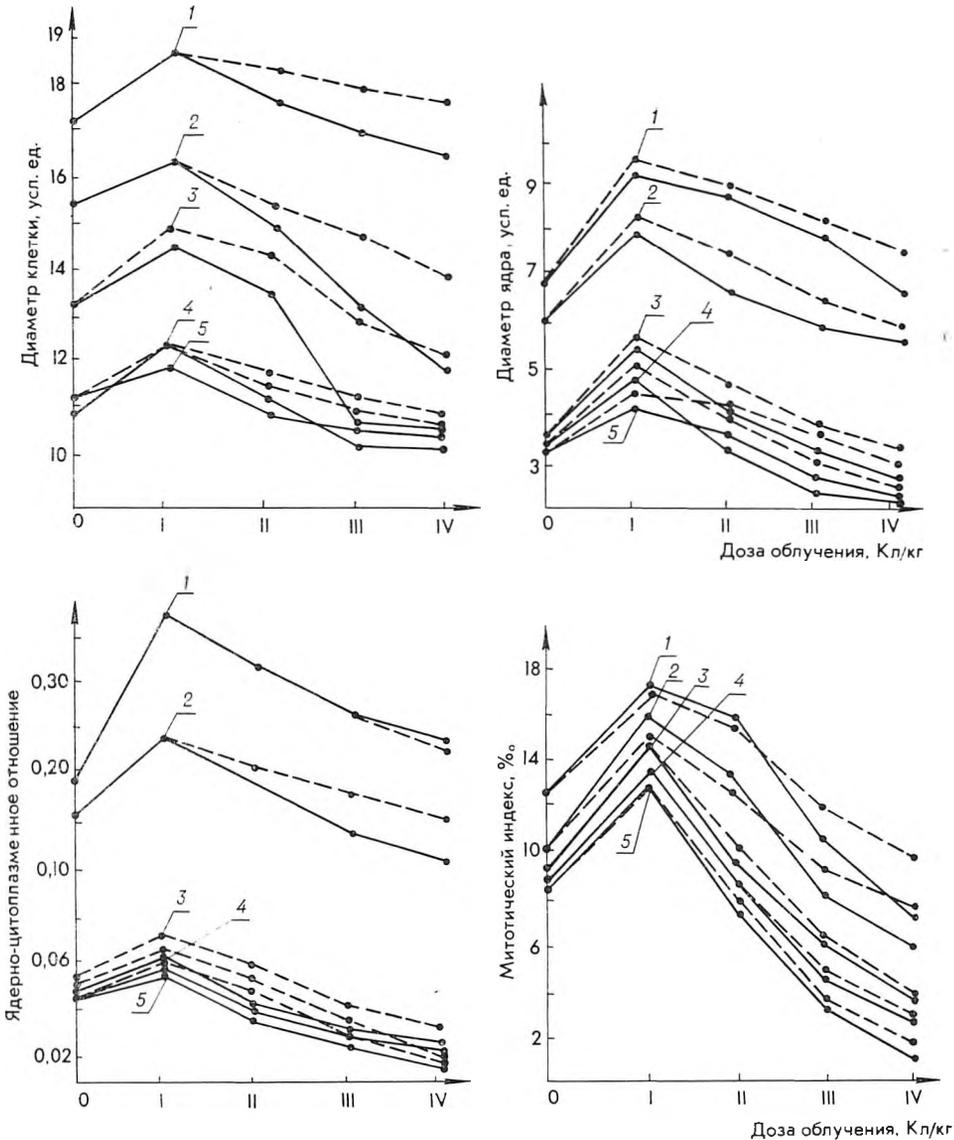
Е. И. ТАРАСЕВИЧ, А. В. ПОЗНЯК

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МИТОТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ СЕМЯН ГРЕЧИХИ

Эффективным методом получения нового исходного материала в селекции является экспериментальный мутагенез, однако в зависимости от природы и дозы мутагена, исследуемого материала, условий проведения опыта результаты могут быть противоречивыми. Очень важна поэтому ранняя оценка эффекта воздействия и перспективности полученных форм. Изучая сравнительную реакцию диплоидных и тетраплоидных форм растений на экспериментальные воздействия, мы установили сходство изменения интенсивности ростовых процессов на организменном и клеточном уровнях. В связи с этим возникает вопрос о возможности использования показателей митотической активности клеток меристемы проростков для предварительной оценки интенсивности ростовых процессов. Для выделения таких показателей проведен цитологический анализ клеток меристемы проростков после облучения диплоидных ($2n=16$; Большевик, Тереловская, Славгородская) и тетраплоидных ($4n=32$; Большевик, Жебрака) семян гречихи рентгеновскими лучами (1,29; 2,58; 3,87 и 5,16 Кл/кг) и после комбинированного воздействия (облучение рентгеновскими лучами в тех же дозах и затем ультрафиолетовыми лучами $\lambda=200-298$ нм, плотность энергии $7 \cdot 10^{-3}$ эрг/см² с).

Опытные и контрольные семена проращивали в термостате при 23—25 °С. Первичные корешки фиксировали по Карнуа, постоянные препараты готовили по общепринятой методике, окрашивали железным гематок-

силином по Гейденгайну (в каждом варианте по 20 препаратов). При просмотре препаратов учитывали количество делящихся и общее число просмотренных клеток, на основании чего определяли митотический индекс (МИ, ‰). В определенной зоне меристемы проростка с помощью окуляр-микрометра измеряли клетки, ядра, ядрышки и устанавливали ядерно-цитоплазмное отношение $R_{\text{ядра}}^3 / (R_{\text{клетки}}^3 - R_{\text{ядра}}^3)$, где R — радиус клетки и ядра.



Сравнительная цитометрическая и цитофизиологическая характеристика клеток меристемы проростков диплоидных и тетраплоидных сортов гречихи при облучении рентгеновскими лучами (—) и при комбинированном воздействии (— —):
 1 — Большевик 4л; 2 — Жебрака; 3 — Большевик 2л; 4 — Тереховская; 5 — Славгородская. Дозы облучения: I — 1,29 Кл/кг; II — 2,58; III — 3,87; IV — 5,16 Кл/кг

Сравнение цитометрических характеристик диплоидных и тетраплоидных клеток показало, что полиплоидия привела к увеличению размеров и клеток, и ядер. Однако следует учитывать, что при изменении уровня плоидности меняется не только размер, но и специфика ядерных и цитоплазмных структур и их взаимоотношений, определяющих все про-

цессы жизнедеятельности клетки и организма в целом. Закономерно поэтому, что диплоидные и тетраплоидные формы характеризовались различной чувствительностью к испытанным воздействиям (см. рисунок). Эффект зависел от использованной дозы. Так, при дозе облучения 1,29 Кл/кг (5 кР) как у диплоидных, так и у тетраплоидных форм наблюдалась стимуляция — повышение цитометрических и цитофизиологических показателей. Среди диплоидных форм эти показатели выше у сорта Большевик, сорта Славгородская и Тереховская существенно не различались. Из тетраплоидных форм все показатели выше также у сорта Большевик. Применение более высоких доз у диплоидных сортов вызвало ингибирующий эффект — снижение всех изученных показателей. У тетраплоидов за счет полиплоидной защиты проявилась большая радиустойчивость и угнетение наблюдалось при более высоких дозах (см. рисунок). Однако во всех вариантах, где наблюдалось повышение митотического индекса, отмечено соответствующее повышение ядерно-цитоплазменного отношения и изменение цитометрических характеристик клеток меристемы.

Обычно чем крупнее клетки, тем больше в них цитоплазмы, так как рост ее происходит интенсивнее роста ядра. Согласно концепции Гертвига, по мере накопления цитоплазмы создается «состояние напряжения», которое вызывает деление клетки. Величина ядерно-цитоплазменного отношения поэтому может служить показателем митотической активности клеток: меньше там, где деления идут реже, и наоборот. Это имело место и у диплоидов, и у тетраплоидов.

Использование комбинированного воздействия привело к модификации результатов рентгеновского облучения. В ряде вариантов наблюдалось повышение исследуемых показателей даже при высоких дозах рентгеновского облучения. При сравнении вариантов с облучением только рентгеновскими лучами и комбинированного воздействия особенно четко проявился сходный характер изменений всех исследуемых показателей.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о прямой зависимости митотического индекса от величины ядерно-цитоплазменного отношения клеток меристемы, которое обусловлено, в свою очередь, цитометрическими характеристиками этих клеток. Это дает основание использовать изученные показатели как критерии для предварительной оценки эффекта воздействия и перспективности полученного материала. Наиболее проста цитометрия клеток и ядер: ее можно проводить на временных препаратах из корешков проростков, а результаты оценки использовать при выборе доз и экспозиций в экспериментальном мутагенезе.

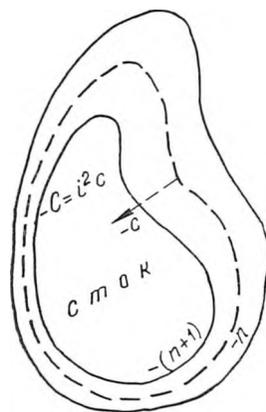
УДК 912:551.48(476)

В. А. ЕРМОЛЕНКО, Р. А. ЖМОИДЯК

МОНИТОРИНГ ПРИПЯТСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА НА ОСНОВЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОХИМИИ СТРОНЦИЯ

Припятский артезианский бассейн (глубина залегания кристаллического фундамента 2,5—5 тыс. м) характеризуется ярко выраженной гидрохимической зональностью. Наличие солянокупольных структур способствует засолению подземных вод (от четвертичных до юрских), а блоковая тектоника предопределяет их вертикальную миграцию. Рассолы, особенно в подсолевых и межсолевых отложениях, перспективны для промышленного извлечения брома, йода, цезия, рубидия, стронция и других микроэлементов. С подсолевыми отложениями девона связаны подземные воды, содержащие геохимические ассоциации с редкощелочными металлами калия (10 000 мг/л) и стронция (3700 мг/л) [1].

Подсчет запасов и обоснование перспектив промышленного освоения редкометалльных подземных вод осуществляются на основе картографирования поисково-разведочных параметров. В отличие от твердых полезных ископаемых геометризация минерализованных вод (геометрия потока) — наиболее сложная область геометрии недр в связи с изменением формы и свойств объекта исследования во времени. Сущность геометрии потока — в геометрических операциях с поверхностями топографического порядка, отображаемых сериями последовательно изменяющихся изолиний. В связи с этим скорость изменения «формы рудного тела» характеризуется дивергенцией: $\operatorname{div} V = \Delta V / V \Delta t$, где ΔV — изменение объема (площади, длины в пределах исследуемой топографической поверхности) за интервал времени Δt . Геометрия потока отображается, таким образом, или совокупностью векторов по нормали к контуру распространения, или замкнутыми изолиниями с вещественными отметками (см. рисунок), что тождественно мнимой и действительной топографическим поверхностям.



Геометризация минерализованных вод методом изолиний

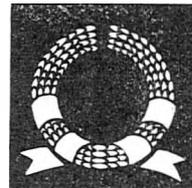
Результаты картографирования минерализованных подземных вод Припятского бассейна на основе геометрии потока свидетельствуют о том, что стронций накапливается в прямой зависимости от минерализации кальция, глубины залегания и температуры. Максимальные концентрации стронция отмечены в хлоридных кальциевых и кальциево-магниевых межсолевых и подсолевых рассолах с минерализацией более 300 г/л, в которых он ассоциирует с бромом, рубидием и другими микроэлементами. Корреляционные связи могут быть успешно использованы для прогноза концентраций стронция в водах малоизученных территорий. В связи с этим показатели стронция целесообразно включать в мониторинг подземных вод для характеристики естественных гидрогеохимических условий на фоновом и региональном уровнях.

Оценка степени загрязнения подземных вод техногенными выбросами и разработка водоохраных мероприятий осуществляются с помощью эталона, геохимические процессы которого полностью лишены техногенного влияния [2]. Разновозрастная характеристика стронция (палеоген-неогеновая и современная) позволяет учесть эволюцию и изменения гидрогеохимических условий бассейна под влиянием тектонических, литологических, фациальных и других факторов.

Список литературы

1. Бордон В. Е., Ермоленко В. А. // Металлические полезные ископаемые Белоруссии. Минск, 1980. С. 148.
2. Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А., Бордон В. Е. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 1. С. 70.

Наши юбиляры



ВЯЧЕСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ ШИРОКОВ



15 февраля 1989 г. исполнилось 60 лет со дня рождения и 35 лет научно-производственной и педагогической деятельности Вячеслава Михайловича Широкова — видного специалиста в области изучения гидрологии водохранилищ, доктора географических наук, профессора, заведующего кафедрой общего землеведения БГУ имени В. И. Ленина.

Научную деятельность В. М. Широков начал еще студентом Казанского университета. По окончании университета (1956) Вячеслав Михайлович в течение восьми лет возглавлял лабораторию по изучению берегов и ложа водохранилищ Комсомольской научно-исследовательской гидрометеорологической обсерватории в г. Тольятти. Здесь и определилась область его научных интересов, связанных с изучением процессов формирования берегов и ложа искусственных водоемов.

За исследования «Формирование подводного рельефа Куйбышевского водохранилища» в 1964 г. В. М. Широкову присуждается ученая степень кандидата географических наук. В этом же году он переезжает в Сибирь, где работает старшим научным сотрудником, затем заведующим лабораторией гидрологии водохранилищ Сибирского НИИ энергетики Минэнерго СССР. В 1972 г. он успешно защищает докторскую диссертацию «Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири», одновременно Вячеслав Михайлович ведет педагогическую работу в Иркутском и других университетах Сибири; в 1974 г. ему присваивается звание профессора.

В конце 1974 г. В. М. Широков переезжает в Белоруссию, где работает в Центральном научно-исследовательском институте комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР) и организует новый отдел эксплуатации водохранилищ. С октября 1977 г. В. М. Широков — профессор кафедры общего землеведения БГУ имени В. И. Ленина, а с 1981 г. — заведующий этой кафедрой.

Перу Вячеслава Михайловича принадлежит более 200 научных работ, в том числе монографии: «Изменение природных условий в Средней Оби после создания Новосибирской ГЭС» (1973), «Формирование берегов Красноярского водохранилища» (1975), «Формирование берегов и ложа крупных водохранилищ Сибири» (1975), «Водохозяйственный баланс бассейна Днепра» (1980), «Конструктивная география рек» (1985), «Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций» (1986), «Пруды Белоруссии» (1987). Работы профессора В. М. Широкова опубликованы в Аргентине, Болгарии, Индии, ПНР, США, ЧССР.

В. М. Широков является составителем методических руководств по прогнозу переработки берегов крупных водохранилищ, автором рекомендаций по обоснованию проектирования и строительства берегоукрепительных сооружений на побережьях различных водохранилищ. Особого внимания заслуживают «Методические рекомендации по прогнозированию перестроения берегов водохранилищ».

Профессор В. М. Широков — научный редактор ряда изданий в издательстве «Наука», заместитель ответственного редактора журнала «Вестник Белорусского университета имени В. И. Ленина. Серия 2», один из авторов первого в Советском Союзе учебного пособия «Основы географического прогнозирования» (1985). Вячеслав Михайлович подготовил большой отряд квалифицированных специалистов, из них — 12 кандидатов наук.

Свой юбилей профессор В. М. Широков встречает в расцвете творческих сил и замыслов. Являясь председателем научно-методической комиссии географического факуль-

тета и заместителем председателя географического общества БССР, а также руководителем рабочей группы 10-го проекта МАБ Белорусского комитета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера», он ведет большую научную и методическую работу.

Поздравляя Вячеслава Михайловича со знаменательным юбилеем, преподаватели и студенты географического факультета желают ему здоровья и новых творческих успехов на благо географической науки.

ГЕННАДИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ БРАНИЦКИЙ



Исполнилось 50 лет со дня рождения заместителя директора по научной работе НИИ физико-химических проблем БГУ имени В. И. Ленина, доктора химических наук Браницкого Геннадия Алексеевича.

Г. А. Браницкий родился 7 ноября 1938 г. в г. Фергане Узбекской ССР. В 1955 г. поступил на химический факультет БГУ имени В. И. Ленина. После окончания в 1963 г. аспирантуры Г. А. Браницкий работает ассистентом, затем старшим преподавателем, доцентом кафедры неорганической химии БГУ имени В. И. Ленина. С 1966 г. Г. А. Браницкий — заместитель декана, а с 1973 по 1978 г. — декан химического факультета БГУ имени В. И. Ленина. В 1966 г. защитил кандидатскую, в 1987 г. — докторскую диссертацию.

Г. А. Браницкий внес большой вклад в организацию и развитие НИИ ФХП БГУ имени В. И. Ленина. С 1978 г. Геннадий Алексеевич — заместитель директора по научной работе этого института. С 1979 г. Г. А. Браницкий заведует лабораторией химии фотографических

процессов, а с 1988 г. — отделом химии пленочных систем и процессов регистрации фотографической информации НИИ ФХП.

Научные интересы Геннадия Алексеевича относятся к области физической химии фотографических процессов, катализа, химии и технологии тонких пленок, химической металлизации диэлектриков. При непосредственном участии Г. А. Браницкого установлен ряд закономерностей и эффектов, положенных в основу создания новых типов фотографических материалов и процессов их обработки. Им обоснованы новые подходы к получению активных в катализе пленочных структур металл — оксид различного состава, на основе которых разработаны и внедрены в производство термokatалитические и полупроводниковые преобразователи для обнаружения горючих газов. Профессор Г. А. Браницкий неоднократно выступал с докладами на международных и всесоюзных конгрессах, симпозиумах и конференциях.

Г. А. Браницкий — автор более 300 научных работ, в том числе около 80 авторских свидетельств на изобретения; под его руководством выполнены и защищены 11 кандидатских диссертаций.

За многолетнюю плодотворную научную и педагогическую деятельность Геннадий Алексеевич награжден медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина», знаками «За отличные успехи в работе» Минвуза СССР, «Отличник народного образования» Минпроса БССР, грамотами Минвуза БССР и ректората, бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Разносторонность знаний, большая работоспособность, принципиальность и требовательность, увлеченность и оптимизм снискали Геннадию Алексеевичу заслуженный авторитет и уважение.

Сотрудники НИИ физико-химических проблем и химического факультета сердечно поздравляют Геннадия Алексеевича с юбилеем и желают ему доброго здоровья, счастья, новых творческих успехов на благо нашей Родины.

УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в 1988 году в «Вестнике Белорусского
государственного университета имени В. И. Ленина».
Серия 2: Химия. Биология. География

ХИМИЯ

<i>Бильдюкевич Т. Д., Сидерко В. М., Судник Л. А., Гриншпан Д. Д., Капуцкий Ф. Н.</i> Свойства растворов привитых сополимеров целлюлозы с полиметилметакрилатом и пленок, полученных из них	3	23
<i>Вечер А. А.</i> Оценка величины запасенной энергии ультрадисперсного порошка	2	13
<i>Врублевский А. И., Кузовков П. В.</i> Влияние растворителей на спектры ЭПР кобальтэтиопорфирина II	2	15
<i>Врублевский А. И., Кузовков П. В.</i> Спектроскопическое изучение экстра-комплексов порфиринов ванадила и серебра	3	17
<i>Гапоник Л. В., Мардыкин В. П.</i> Синтез и свойства высших алюминий-алкилов	3	3
<i>Голуб Н. В., Юршитович Т. Л., Капуцкий Ф. Н., Сахарова Е. Ю.</i> Влияние водно-спиртовых растворителей на основность аминогрупп диэтиламиноокси-пропилцеллюлозы	1	12
<i>Капуцкий Ф. Н., Бацмаков И. А., Соловьева Л. В.</i> Термоокислительная деструкция железных солевых форм монокарбоксилцеллюлозы различной структуры	2	6
<i>Корзун Г. М., Беленков В. В., Рахманов С. К., Биктимиров Р. С., Рогач Л. П., Сидоров Ю. Д.</i> Возможности уменьшения содержания серебра в галогенсеребряных радиографических пленках за счет усиления изображения по методу диспергирования серебра	2	18
<i>Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. И.</i> Электронно-микроскопическое исследование процесса усиления радиографического изображения методом диспергирования серебра	1	20
<i>Кузьмичев А. А., Бобровская В. П., Рогач Л. П., Биктимиров Р. С.</i> Влияние стабилизирующих добавок медноборогидридного физического проявителя на качество фотографических изображений	1	5
<i>Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Ермоленко В. И., Лычковский Ю. Н.</i> Электронно-микроскопическое исследование поведения пленочных структур TiO_2 -Pt при прогреве	1	8
<i>Масалов Н. В., Пригыцкая Т. С., Резников И. В.</i> Хлоритантриацилаты в качестве аппретов для наполненных полиэтиленовых композиций	1	18
<i>Никифоров А. М., Бражникова Л. Ю., Круль Л. П.</i> Исследование сорбции и диффузии некоторых (мет)акриловых мономеров в полиэтилене	1	16
<i>Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станисhevский Л. С.</i> Синтез бензо[а]-фуоро [2, 3-g] хинолизинов внутримолекулярной циклизацией 6-(2-гидрокси-этил)-2-оксо-5-фенилфуоро [2, 3-c] пиперидинов	3	21
<i>Тихонова Л. А., Вечер А. А., Самаль Г. И., Жук П. П., Тоноян А. А., Гилевич М. П.</i> Физико-химические свойства манганита лантана, легированного кальцием	3	13
<i>Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В.</i> О проявлении фотослов на основе TiO_2 в меднотитановом проявителе	1	3
<i>Шевченко Г. П., Потапенко Л. Т., Свиридов В. В.</i> Закономерности осаждения меди из растворов, содержащих редокс-пару V^{3+}/VO^{2+}	2	3
<i>Шишонко М. В., Герт Е. В., Зубец О. В., Кузьмичев А. А., Кузьменков Л. А.</i> Порошковая аморфная целлюлоза	2	10

БИОЛОГИЯ

<i>Бойкова С. А.</i> Зоопланктон озер, подверженных антропогенному эвтрофированию	3	30
<i>Вежновец Г. Г., Самойленко В. М.</i> Летний фитопланктон озер Белорусского Полесья	3	33
<i>Гариб М.</i> Фенетическая структура популяции листоеда <i>Goniptera viminalis</i> (L.) Березинского биосферного заповедника	3	44
<i>Кахнович Л. В., Петько Л. В.</i> Фотосинтезирующая поверхность и пигментный фонд растений ячменя	1	30
<i>Кахнович Л. В., Ходоренко Л. А., Петренко А. В., Стефанович Е. Н., Якимович Н. А.</i> Функциональные особенности фотосинтетического аппарата различных по продуктивности сортов ячменя	2	28
<i>Киеня А. И.</i> К вопросу центральной адренергической регуляции секреторной функции желудка	2	38
<i>Крючкова Н. М.</i> Взаимоотношения фито- и зоопланктона в биологических очистных прудах	3	37
<i>Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Корженевская Т. М.</i> Влияние рент-		

геновского облучения и СВЧ гипертермии на активность гексокиназы саркомы 45	3	27
<i>Митрахович П. А., Ляхович В. П.</i> Сезонная и многолетняя динамика зоопланктона водоема-охладителя ТЭС оз. Лукомского	1	40
<i>Орел Н. М., Пикулев А. Т., Грецкая Н. М.</i> Влияние локальной СВЧ гипертермии на активность лактатдегидрогеназы в сыворотке крови крыс-опухоленосителей саркомы 45	1	25
<i>Парфенов П. В.</i> Особенности накопления свинца роголистником темно-зеленым (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)	1	50
<i>Писаненко А. Д.</i> Распространение и численность <i>Platypusyllus castoris</i> Rits. (<i>Platypusyllidae</i> , <i>Coleoptera</i>) — эктопаразита европейского бобра на территории БССР	2	35
<i>Рябушко Т. А., Жорова Э. М.</i> Закономерности роста <i>Arthrobacter simplex</i> 343 на среде, содержащей этанол	2	32
<i>Самаль А. Б., Черенкевич С. Н., Хмара Н. Ф.</i> Связывание флуоресцентного зонда 1-анилинонафталин-8-сульфоната тромбоцитами	1	27
<i>Сауткина Т. А., Горошко А. А.</i> Анатомические особенности черешка фиалок как систематический признак	2	25
<i>Стефанович Е. Н.</i> Особенности формирования фотосинтетического аппарата проростков ячменя разной потенциальной продуктивности	1	34
<i>Стефанович А. И.</i> Об эволюции мучнисторосяных грибов	1	46
<i>Стефанович Е. Н., Маковоз С. Л., Коробко И. В.</i> Изменение содержания зеленых пигментов и белков в проростках ячменя разной продуктивности в условиях водного дефицита	3	42
<i>Черник В. В., Романович В. Ф.</i> Строение и биология семян <i>Heclaenum lehmannianum</i> Bunge	1	36
<i>Шуканов А. С., Мороз Е. Л., Малиновский О. А.</i> Миксомицеты Нарочано-Вилейской низины	2	23
<i>Шуканов А. С., Гирилович И. С., Лемеза Н. А.</i> Мучнисторосяные грибы (сем. <i>Egysiphaceae</i>) юго-западной части Центрально-Березинского геоботанического района	3	47

ГЕОГРАФИЯ

<i>Аношко В. С., Вальвачев А. Н.</i> Принципы организации решения крупномасштабных задач мелiorативно-географического прогнозирования	2	54
<i>Базыленко Г. М., Блажевич Л. А.</i> Радиационный режим Нарочанских озер	3	66
<i>Витовец В. А., Клементьев В. П., Лопух П. С., Шемет С. Ф.</i> Исследования инженерно-геологических процессов на солеевалах действующих калийных комбинатов	3	62
<i>Витченко А. Н., Полевой А. Н.</i> Оценка воздействия возможных изменений климата на продуктивность сельскохозяйственных культур	2	61
<i>Гурьянова Л. В.</i> Морфометрия малых озер и их термика	2	42
<i>Зайцев В. М.</i> Анализ территориальной организации пригородного отдыха посредством параметризации рекреационной деятельности	1	56
<i>Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Ляхович С. Р.</i> Оптимизация мелiorированной торфяной почвы низинного типа и урожай ячменя	2	57
<i>Комаровский М. Е.</i> Новые данные о корчевских межледниковых отложениях Минской возвышенности	2	65
<i>Кудло Т. А., Горблюк А. В.</i> Оптимизация фосфатного режима почв высокими дозами сапропелей	3	60
<i>Лобач Т. Я.</i> Воздействие антропогенных факторов на гидрохимический состав водосбора р. Гайны	1	60
<i>Лопух П. С.</i> Типология озер Белоруссии по режиму уровней воды	2	46
<i>Овчинникова Р. И.</i> О распространении топонимов Ляда и Пасека на территории Белоруссии	1	68
<i>Перепечко А. С.</i> Психологическое направление в западной электоральной географии	3	56
<i>Романов В. П., Бойкова С. А., Вежновец Г. Г., Лешкович Л. Е., Мелешко М. А.</i> Прозрачность как показатель уровня трофии озер Белоруссии	3	72
<i>Сороко П. О.</i> Особенности развития овощеводства в пригородной зоне Минска	1	64
<i>Томашевич А. В., Жmoidяк Р. А.</i> Интенсификация географических исследований в условиях перестройки	1	52
<i>Широков В. М., Плужников В. Н.</i> Использование и перераспределение водных ресурсов Белоруссии	3	52
<i>Якушко О. Ф., Мюллер Б., Романов В. П.</i> Математическая интерпретация типологических показателей озер Белоруссии	2	51

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Завриев А. В.</i> Эффективность природоохранных мероприятий на предприятиях химического комплекса Белорусской ССР	3	75
--	---	----

<i>Петряев Е. П., Кильчицкая С. Л., Павлов А. В., Коваленко С. П., Дуксина В. В.</i> Изменение ферментируемости полисахаридов зерновых культур при облучении	2	70
<i>Саук И. Б., Анохина В. С.</i> Оценка этапов органогенеза люпина желтого	2	71

ХРОНИКА

<i>Скоропанов А. С., Вечер А. А.</i> Белорусское республиканское научно-техническое совещание «Применение термического анализа для интенсификации технологических процессов и создания прогрессивных материалов»	3	77
--	---	----

РЕЦЕНЗИИ

<i>Бубель О. Н. Г. Я. Кабо, Г. Н. Роганов, М. Л. Френкель.</i> Термодинамика и равновесия изомеров	1	71
<i>Соломко А. В. О. Е. Агаханянц.</i> Ботаническая география СССР	1	72

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

Игорь Иванович Покровский	3	78
-------------------------------------	---	----

РЕФЕРАТЫ

УДК 77.023.42:772.295

Гурин В. С., Рахманов С. К. Фотовосстановительная природа процесса формирования скрытого изображения в пленочных слоях металл — иодид свинца // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Рассматриваются полученные с использованием метода буферной редокс-обработки и электрохимического метода данные о характере процессов разрушения сформированных в пленочных слоях типа металл — иодид свинца центрах негативного скрытого изображения и центрах проявления в буферных редокс-растворах и при анодном окислении. Процесс формирования центров скрытого изображения в указанных слоях не является сугубо фотоэлектрическим и состоит в фотовосстановлении мелкодисперсной фазы частично окисленного металла, составляющей центры чувствительности.

Библиогр. 16 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 615.47.03:616:61-008.1-78

Праценко В. Е., Бильдюкевич А. В., Капуцкий Ф. Н. Изучение свойств гемодиализных мембран, полученных из растворов целлюлозы в системе диметилацетамид — хлорид лития // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Представлены результаты исследования транспортных и механических свойств гемодиализных мембран, полученных из растворов целлюлозы в неводной растворяющей системе диметилацетамид — хлорид лития. Изучено влияние концентрации полимера и солевой компоненты растворителя, а также условий фазового разделения на функциональные характеристики формируемых пленок. Показано, что экспериментальные мембраны отличаются повышенной гидравлической проницаемостью и высокой эффективностью удаления метаболитов со «средней» молекулярной массой.

Библиогр. 7 назв., ил. 1, табл. 3.

УДК 536.758+547.85

Френкель М. Л., Кабо Г. Я. Расчет термодинамических свойств азотсодержащих гетероциклических соединений по молекулярным данным. I. Полиазины // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Выполнен статистический расчет термодинамических свойств 5 полиазинов по молекулярным и спектральным данным для состояния идеального газа в интервале температур 298,15—1000 К. Рассчитанные величины использованы в качестве базовых при разработке процедуры аддитивного расчета термодинамических свойств полиазинов, основанной на учете атом-атомных взаимодействий. Применение этой процедуры позволило рассчитать значения C_p , S_T^0 и $(H_T^0 - H_0^0)/T$ еще для 7 соединений.

Библиогр. 10 назв., табл. 3.

УДК 541.15:547.458.81

Петряев Е. П., Глушонок Т. Г., Павлов А. В., Горбачев В. М., Шабан Н. Л. Радиационно-химическая обработка соломы // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Изучено влияние вида и последовательности комбинированной радиационно-химической обработки соломы на ее химический состав. В качестве химических реагентов использовались водные растворы NaOH и HCl в концентрации 0,1; 1; 5 %. Исходная солома 8 %-ной влажности доводилась химическими реагентами до влажности 70 %. Образцы облучались 0,1—100 кГр в непрерывном режиме на ускорителе ИЛУ-6 мощностью 20 кВт и энергией электронов 1,8—2 МэВ.

Показано, что последовательность химической и радиационной обработки влияет на содержание в соломе редуцирующих веществ, легкогидролизуемых полисахаридов, радиационно-химического выхода деструкции целлюлозы.

Библиогр. 19 назв., ил. 4, табл. 1.

УДК 541.182:546.723'722-31:539.232

Мальченко С. Н., Горошко Н. Н., Байков М. В., Чудаков В. А., Холмский А. О., Мисевич О. В. Изучение процесса формирования пленок оксида железа (III) из коллоидных растворов магнетита // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Изучены процессы, протекающие при формировании тонких пленок оксида железа (III) из коллоидного раствора магнетита в декане, стабилизированного олеиновой кислотой. Показано, что полив коллоидного раствора на стеклянные подложки и сколы

монокристаллов хлорида натрия и последующий прогрев при 400—500 °С приводит к удалению дисперсионной среды, стабилизатора и образованию сплошных пленок оксида толщиной 0,3—0,5 мкм.

Библиогр. 14 назв., ил. 3.

УДК 678.742.2.028-13

Бражникова Л. Ю., Круль Л. П. **Прививочная полимеризация акриловой кислоты к полиэтилену в расплаве** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Приведены результаты исследования продуктов прививочной полимеризации акриловой кислоты к полиэтилену низкой плотности, инициированной пероксидом дикумила. Прививку проводили в расплаве модифицируемого полимера при 423 К. Состав продуктов исследовали методом ИК спектроскопии. Установлено, что в изученном интервале значений концентраций мономера и инициатора прививка акриловой кислоты в полиэтилене протекает с высокой эффективностью.

Библиогр. 6 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 542.952.6:547.538.141+546.842

Притыцкая Т. С., Морозова Т. К., Масалов Н. В., Сорокин В. Л., Порошков В. В. **Полимеризационное наполнение стирола аэросилом в присутствии алкоксидных соединений титана, содержащих ацилоксидные и пероксидные радикалы** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Исследовано влияние обработки поверхности аэросила органотитанатными соединениями на процесс полимеризационного наполнения стирола аэросилом. Показано, что алкоксидные соединения титана, содержащие фрагменты моно-трет-бутилового перэфира янтарной кислоты, могут быть использованы для инициирования полимеризационного наполнения стирола аэросилом и позволяют в процессе полимеризации формировать химически связанный с поверхностью аэросила полимерный слой, а соединения, содержащие ацилоксидные радикалы,— для модификации поверхности АЭ с целью увеличения выхода и степени наполнения полистирола.

Библиогр. 11 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 576.8.093.6

Будько Д. Ю., Мороз Л. Л., Шалатонин В. Т. **Устройство для микроэлектродного исследования основных электрофизиологических характеристик клеток** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Описывается устройство для исследования клеточных сетей и основных электрофизиологических характеристик отдельных клеток. Приводится полная принципиальная схема устройства и схема блока питания к нему. Дан порядок настройки устройства.

Библиогр. 4 назв., ил. 2.

УДК 599.0-15

Терехович В. Ф., Бурко Н. Е. **Влияние антропогенного воздействия на распространение и численность мелких млекопитающих Полесья** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Рассматриваются особенности изменения видового состава и численности мелких млекопитающих под влиянием деятельности человека в условиях Полесья.

Библиогр. 7 назв., табл. 3.

УДК 582.4/9+581.9

Сауткина Т. А. **Род Galium L. во флоре Белоруссии** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Критически пересмотрен объем и видовой состав подмаренников Белоруссии. Документально подтверждено произрастание на территории республики 16 видов.

Библиогр. 12 назв.

УДК 577.472(28):51

Иконников В. Ф. **Межгодовая цикличность некоторых биологических характеристик экосистемы Нарочанских озер** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

С помощью спектрального анализа выявлены две основные циклические составляющие (2—3 года и 7—10 лет) в межгодовых изменениях ряда биологических харак-

теристик Нарочанских озер. Прослежены более резко выраженные циклические колебания рассмотренных характеристик в мелководном высокоэвтрофном оз. Баторино. Отмечена высокая взаимная ковариация этих колебаний с такими климатическими факторами, как уровень режим озер, солнечная активность (числа Вольфа).

Библиогр. 11 назв., ил. 3.

УДК 577.352.4

Мороз Л. Л., Казакевич В. Б., Петрашевская Н. Н. Влияние метиленового синего на ионные токи нейронов // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

В условиях внутриклеточной перфузии изолированных нейронов с фиксацией потенциала показано отсутствие влияния метиленового синего (10^{-4} — 10^{-3} М) на натриевые токи и проводимость утечки в темноте как при внутриклеточном, так и при наружном приложении. В условиях освещения в течение 30 мин натриевая проводимость подавляется и ток утечки возрастает независимо от места приложения красителя. Обсуждаются механизмы взаимодействия метиленового синего с мембраной.

Библиогр. 12 назв., ил. 2.

УДК (598.2)591.471.3

Бурко Л. Д. Аллометрия трубчатых костей птиц // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Проведено аллометрическое исследование трубчатых костей конечностей 52 видов птиц. Выявлены особенности аллометрического роста указанных элементов скелета по двум параметрам у различных систематических групп птиц.

Библиогр. 6 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 550.83/84

Московкин В. М., Широков В. М., Мануйлов М. Б., Роненко О. П. Имитационная стохастическая модель функционирования искусственного пляжа как полидисперсной системы // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Для оптимального проектирования искусственных пляжей необходимо создание имитационных математических моделей, способных с достаточной точностью прогнозировать их динамику с учетом управляющих воздействий (подсыпка материала на пляж). Задача решена с помощью аппарата цепей Маркова, что дало возможность получить модели, способные осуществлять долговременный прогноз изменения дисперсности пляжа. Разработанная методика позволяет осуществлять прогноз по ограниченному числу экспериментальных данных.

Библиогр. 11 назв. ил. 2, табл. 2.

УДК 551.481.1

Гурьянова Л. В. Особенности распределения температуры воды в малом озере-охладителе ТЭС // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

В условиях поступления подогретых вод ТЭС с температурой 11—33 °С в малое полимиктическое озеро умеренного типа увеличиваются вертикальное температурное расщепление и стабильность водных масс, по акватории озера-охладителя наблюдается формирование зон с моно-, ди- и полимиктическими типами термического режима.

Библиогр. 8 назв., ил. 2.

УДК 911.3.312(476)

Манак Б. А. Современная миграционная ситуация в БССР // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Анализируются основные тенденции в характере, масштабах и географии миграционных потоков, которые наиболее четко выражены в республике на современном этапе. Предлагаются некоторые направления миграционной политики в регионе.

УДК 528.77:63

Синякович С. Г. Теоретические аспекты исследования геосистем методами дистанционной спектроскопии // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

С позиций современных концепций физической географии приводится теоретическое обоснование использования методов дистанционной спектроскопии в оценке состояния геосистем.

Библиогр. 9 назв., табл. 1, схема 1.

УДК 548.753:547.458.82

Торгашов В. И., Цванкин Д. Я., Герт Е. В. Методика получения рентгенограмм неустойчивых соединений на примере тринитрата целлюлозы // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Впервые полученный авторами в сухом кристаллическом состоянии волокнистый тринитрат целлюлозы отличается от своего ближайшего по строению аналога тринитрата крайне низкой гидролитической устойчивостью даже в условиях обычной атмосферы. Для фоторентгенодифракционного исследования этого соединения использована простая методика, предусматривающая изоляцию от внешней среды камеры типа РКСО-2 с помощью полиэтилена и проведение съемки в токе осушенного и охлажденного азота. Получены хорошо разрешенные текстуррентгенограммы, по 19 независимым отражениям которых определены параметры элементарной ячейки тринитрата целлюлозы. Отмечена аналогия кристаллической структуры тринитрата и тринитрата целлюлозы.

Библиогр. 3 назв., ил. 2.

УДК 576.35

Тарасевич Е. И., Позняк А. В. Критерии оценки митотической активности при облучении семян гречихи // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Проведен сравнительный цитологический анализ клеток меристемы проростков после облучения рентгеновскими лучами и комбинированного воздействия на диплоидные и тетраплоидные семена гречихи из вариантов, в которых в полевом опыте наблюдалась стимуляция роста растений. Показан сходный характер изменений всех изученных показателей, что дает основание использовать результаты цитологического анализа, в частности цитометрические характеристики клеток меристемы, как критерий для предварительной оценки эффекта воздействия и выделения перспективных форм и мутационной селекции.

Ил. 1.

УДК 912:551.48(476)

Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А. Мониторинг Припятского артезианского бассейна на основе картографирования гидрогеохимии стронция // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 1.

Приведены результаты картографирования концентраций стронция в подземных водах Припятского артезианского бассейна. Предложено использовать гидрогеохимические показатели стронция для решения проблем рационального использования ресурсов подземных вод.

Библиогр. 2 назв., ил. 1.