

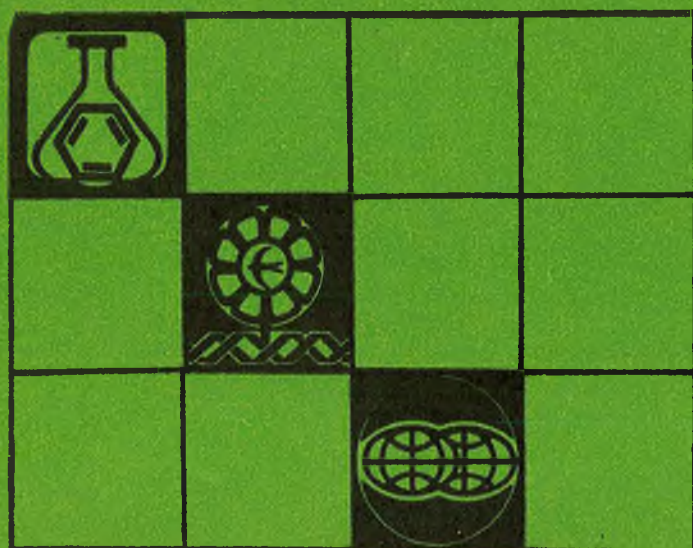
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

1'91



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Петряев Е. П., Павлов А. В., Ветров В. С., Дмитриев А. М., Горбачев В. М., Глушенок Т. Г., Крылов С. В., Иванов А. Т., Гирис Д. А.</i> Об использовании ускорителей электронов в сельском хозяйстве	3
<i>Есмаиел Е. (САР), Мальченко С. Н., Байков М. В., Ляхов А. С., Мычко Д. И.</i> Исследование свойств диоксида титана, полученного золь-гель методом	7
<i>Левчик Г. Ф., Панько Л. И., Прокопович В. П., Лесникович А. И., Воробьева С. А., Акимова Г. А.</i> Влияние условий получения оксида свинца (IV) на его дисперсность	14
<i>Сидерко В. М., Жук А. И.</i> Гидродинамические свойства растворов модифицированного поликапроамида	17
<i>Звонок А. М., Кузьменок Н. М.</i> Синтез функционально-замещенных тетрагидрофуран-3-онов	21
<i>Мечковский С. А., Овсянко Л. М., Акинчиц Е. А., Абугоффа А. А. (Ливия), Завадская О. С.</i> Сорбционно-колористический метод анализа следов тяжелых металлов	25
<i>Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Соколов В. Г.</i> Получение никелевого маскирующего покрытия с использованием процесса химического осаждения из водного раствора	28
<i>Порошков В. П., Кунцевич Н. И., Василевская Е. И.</i> Использование люминесценции органических красителей для изучения состояния поверхности пленок диоксида титана	32

БИОЛОГИЯ

<i>Остапеня А. П., Жукова Т. В., Орловский А. Ф.</i> К вопросу об оценке внешней биогенной нагрузки Нарочанских озер	34
<i>Ермова Н. Г.</i> Метаболические адаптации к температуре в период эмбрионального развития дафний	38
<i>Курченко В. П., Гавриленко Н. В., Матюнина М. В., Пикулев А. Т.</i> Иммуноферментный анализ тубулина	41
<i>Бибилов Ю. А.</i> Охраняемые растения Минской области	44
<i>Вежновец Г. Г., Самойленко В. М.</i> Изменения в фитопланктоне оз. Белого в результате многолетнего использования его в качестве водоема-охладителя	49
<i>Стефанович Е. Н.</i> Структурно-функциональные изменения в хлоропластных мембранах листьев ржи под действием <i>Erysiphe graminis</i>	52

ГЕОГРАФИЯ

<i>Козловская Л. В.</i> Проблемы трансформации отраслевой и территориальной структуры хозяйства Белоруссии в связи с последствиями Чернобыльской аварии	54
<i>Томашевич А. В.</i> Концепция рационального использования природных ресурсов в условиях рыночной экономики	60
<i>Шалькевич Ф. Е., Фейгельман М. Е.</i> Особенности дешифрирования лесной растительности по материалам многозональной аэрофотосъемки	66
<i>Кухарчик Т. И.</i> О дифференциации верховых болот Белоруссии	69
<i>Алешко А. А.</i> Особенности формирования речной сети Центрально-Березинской равнины	72

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

1'91

ФЕВРАЛЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“

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

Редакционная коллегия серии:

Ф. Н. КАПУЦКИЙ (ответственный редактор),
Р. А. ЖМОИДЯК, В. Н. КИСЕЛЕВ, Л. В. 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. 1991, № 1

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

Сдано в набор 29.12.90. Подписано в печать 13.02.91. Формат 70×108^{1/16}.
Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отг. 7,52.
Уч.-изд. л. 7,71. Тираж 700 экз. Заказ 1. Цена 1 р.

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

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



УДК 621.039.553:621.039.553.5

Е. П. ПЕТРЯЕВ, А. В. ПАВЛОВ, В. С. ВЕТРОВ,
А. М. ДМИТРИЕВ, В. М. ГОРБАЧЕВ, Т. Г. ГЛУШОНОК,
С. В. КРЫЛОВ, А. Т. ИВАНОВ, Д. А. ГИРИС

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Несмотря на широкое применение ускорителей электронов в народном хозяйстве, практически отсутствуют сведения об использовании их в сельском хозяйстве — сфере деятельности, где они могут принести большую пользу для интенсификации производства.

В настоящей работе приведены результаты многолетних исследований по обработке комбикормов, фуражного зерна, соломенно-концентратных гранул, целлюлозосодержащих материалов ускоренными электронами. Нами установлено, что основным процессом в этом случае является деструкция содержащихся в них природных полисахаридов: крахмала, целлюлозы, гемицеллюлоз и др., сопровождающаяся накоплением редуцирующих и простых сахаров, легкогидролизуемых полисахаридов, карбонильных и карбоксильных групп, свободных радикалов, снижением содержания трудногидролизуемых полисахаридов, делигнификацией [1—7]. Наиболее эффективно деструкция протекает при поглощенных дозах 10—30 кГр. В этом же интервале наблюдается увеличение скорости ферментативного гидролиза кормов, обработанных ускоренными электронами [8], способствующее более эффективному усваиванию их в пищеварительном тракте птиц и животных. Кроме того, для комбикормов наблюдается эффект стерилизации (табл. 1), что имеет огромное значение в борьбе с заболеваемостью и падежом животных и птиц. Комбикорма, отобранные непосредственно из-под ускорителя, были стерильно чистыми, а некоторое содержание болезнетворной микрофлоры объясняется повторной обсемененностью, поскольку специальных мер по сохранению стерильности не принималось. В ряде случаев в комбикормах было обнаружено присутствие слаботоксичного гриба *Peni-*

Таблица 1

Влияние обработки ускоренными электронами
на обеззараживание комбикормов

Вид комбикорма	Общая бактериальная обсемененность, тыс/г		Обеззараживание, %	Обсемененность микроскопическими грибами, тыс. диаспор/г		Обеззараживание, %
	до обработки	после обработки		до обработки	после обработки	
Для откорма цыплят-бройлеров	432,5 ± 94,6	12,36 ± 4,4	97,1	28,42 ± 2,66	1,67 ± 0,14	94,1
Стартерный, для откорма поросят-отъемышей	178,6 ± 38,7	4,8 ± 0,96	97,3	27,5 ± 4,2	2,0 ± 0,3	92,5

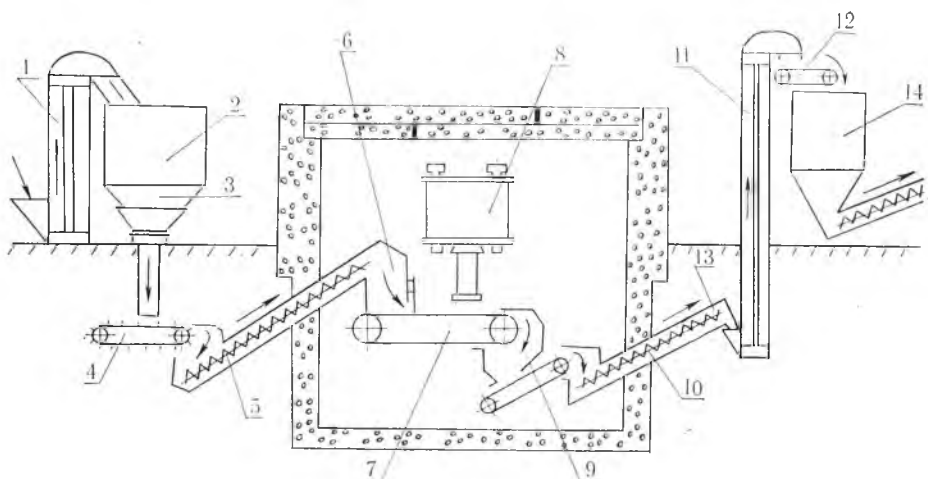


Схема экспериментальной технологической линии для обработки кормовых материалов ускоренными электронами:

1, 11 — норрии; 2 — приемный бункер; 3 — дозатор; 4 — скребковый транспортер; 5, 10, 13 — шнековые транспортеры; 6 — бункер-дозатор; 7 — облучательный транспортер; 8 — ускоритель электронов; 9 — бункер с подвижным дном; 12 — ленточный транспортер; 14 — бункер-накопитель

cillium. После их обработки ускоренными электронами токсины отсутствовали, что свидетельствует об обезвреживающем действии облучения. Полученные результаты позволяют сделать заключение о возможности эффективного использования малых доз облучения (до 100 кГр) для обработки кормов, скармливаемых животным и птице.

Отработка технологических параметров проведена на экспериментальной линии, созданной на базе ускорителя электронов ИЛУ-6 (мощность 20 кВт, энергия электронов 0,32 кДж).

Технологический процесс обработки кормов осуществлялся следующим образом (см. рисунок). Материал через норрию (НСЗ-100) 1 подается в приемный бункер 2 объемом 5 м³, откуда с помощью дозатора 3, скребкового транспортера (ТСЦ 25/15) 4 и шнекового транспортера (ПШП-4А) 5 поступает в бункер-дозатор 6, установленный над облучательным транспортером 7. Бункер-дозатор снабжен приспособлением для изменения высоты передней стенки над поверхностью облучательного транспортера. В зависимости от величины зазора формируется равномерный слой облучаемого вещества требуемой толщины, которая определяется длиной пробега электронов в данном материале. Облучательный транспортер перемещает корма под растробом ускорителя 8, где они подвергаются воздействию пучка ускоренных электронов. Затем материал подается в бункер с подвижным дном 9, откуда с помощью шнековых транспортеров 10, 13 и норрии (НСЗ-100) подается в бункер-накопитель 14, из которого отгружается потребителю. Линия может работать как в ручном, так и в автоматическом режимах и управляется из пультной ускорителя. Ее производительность при дозах 15—30 кГр составляет 4—2 т/ч соответственно.

С 1983 года на данной линии обработано свыше 800 т комбикормов, фуражного зерна, соломенно-концентратных гранул и других кормовых материалов, что дало возможность провести серию научно-производственных опытов. В колхозе имени Урицкого Гомельской области изучалась эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота кормов, обработанных ускоренными электронами. Рационы опытной и контрольной групп были сбалансированы по элементам питания и имели одинаковое содержание обменной энергии. В разные периоды откорма в рацион опытной группы вводились обработанные дозой 70 кГр соломенно-концентратные гранулы (60 % соломы и 40 % комбикорма) и ячменная дерть, которой заменяли комбикорма. Полученные данные свиде-

Таблица 2

**Основные результаты научно-производственного опыта
по обработке комбикормов для бройлеров
ускоренными электронами**

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Принято на выращивание, голов	25500	25900
Сохранность поголовья, %	95,8	96,4
Живая масса выращенного молодняка (в среднем на 1 голову), г (%)	1697 (100)	1813 (106,8)
Среднесуточный привес, г (%)	28,4 (100)	29,7 (104,6)
Экономический эффект, руб.:		
от обработки 1 т корма	—	41,07
на 1000 голов	—	137,7

Таблица 3

**Результаты исследования
по обработке стартерных комбикормов
ускоренными электронами**

Показатели	Опыт	Контроль
Поставлено на выращивание, голов	281	309
Средний вес при постановке, кг	1,0	1,0
Падеж, голов (%)	0 (0)	5 (1,6)
Отход, голов (%)	0 (0)	12 (3,9)
Отставание в росте, голов (%)	6 (2,1)	33 (10,7)
Сдано на откорм, голов (%)	275 (97,9)	259 (83,8)
Средний вес при сдаче, кг	39,85	36,72
Среднесуточный привес, кг (%)	0,363 (108,7)	0,334 (100)
Расход комбикорма, кормовых единиц/кг (%)	2,34 (86)	2,72 (100)
Экономический эффект на 1 голову, руб.	10,4	—

тельствуют, что замена на I этапе выращивания молодняка 70 % комбикорма ячменной дертью, обработанной ускоренными электронами, и введение во II и III периодах откорма в рацион животных обработанных соломенно-концентратных гранул увеличивают среднесуточный и валовой прирост живой массы в опытной группе по отношению к контрольной на 6 %.

Итоги научно-производственного опыта, проведенного на Дзержинской бройлерной фабрике по откорму цыплят-бройлеров (табл. 2), в рацион которых входили обработанные ускоренными электронами дозой 30 кГр комбикорма, показывают, что обработка комбикормов способствует увеличению прироста живой массы цыплят, снижению падежа, улучшению категориальности мяса. Экономический эффект составил 137,7 руб. на 1000 голов.

Хорошие результаты получены в совхозе Новый Минского района, где откорм поросят производился стартерными комбикормами, обработанными ускоренными электронами (табл. 3). Среднесуточные привесы выросли на 8,7 %, резко снизились такие показатели, как падеж, отход,

**Мощность ускорителей электронов и ориентировочная стоимость
радиационных установок для обработки комбикормов (доза 30 кГр)**

Объект	Количество корма, тыс. т/год	Радиационная мощность, кВт	Мощность и количество ускорителей электронов	Ориентиро- вочная сто- имость, тыс. руб.	Срок оку- паемости, годы
Комбикормовый завод производительностью 300 т/сут	90	147	3 ускорите- ля по 50 кВт	2000	1
Бройлерная птицефаб- рика	22	36	1 ускоритель на 50 кВт	700	0,8
Свинокомплекс на 108 тыс. гол./год	33	54	1 ускоритель на 60 кВт	800	0,8
			2 ускорите- ля по 60 кВт	1100	1

отставание в росте, сократился расход комбикорма на единицу получаемой продукции.

Эти и другие исследования, проведенные нами, подтвердили высокую эффективность обработки кормов ускоренными электронами и правомочность концепции использования малых поглощенных доз. Последний фактор играет существенную роль при внедрении технологии в практику. Известно, что и ранее проводились исследования по обработке кормов, в частности соломы, низирующим излучением. Однако использование поглощенных доз в сотни кГр стало непреодолимым препятствием, ибо стоимость обработки такими дозами исчисляется сотнями рублей за тонну. Стоимость же обработки 1 т комбикорма дозой 30 кГр, по нашим данным, составляет около 7 руб., что экономически приемлемо.

Опыт эксплуатации описанной экспериментальной технологической линии обработки кормов ускоренными электронами также показал, что найденное техническое решение может быть положено в основу создания опытно-промышленной установки. Наиболее целесообразно, на наш взгляд, размещение таких установок на предприятиях-потребителях комбикормов (птицефабрики, свинокомплексы и т. д.), так как в этом случае менее вероятно повторное загрязнение комбикорма. Мощность ускорителей электронов и ориентировочная стоимость радиационных установок для обработки кормов приведены в табл. 4.

Список литературы

1. Петряев Е. П., Глушенок Т. Г., Горбачев В. И. и др. // VIII Всесоюз. конференц. «Химия и биохимия углеводов»: Тез. докл. Тбилиси, 1987. С. 230.
2. Петряев Е. П., Глушенок Т. Г., Павлов А. В. и др. // Весці АН БССР. Сер. фіз.-энерг. навук. 1986. № 1. С. 119.
3. Петряев Е. П., Глушенок Т. Г., Павлов А. В. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 17.
4. Коваленко С. П., Дуксинна В. В., Петряев Е. П. и др. // Докл. АН БССР. 1982. Т. 26. № 6. С. 559.
5. Коваленко С. П., Петряев Е. П., Дуксинна В. В. и др. // Биотехнология. 1987. Т. 3. № 3. С. 376.
6. Коваленко С. П., Дуксинна В. В., Петряев Е. П. и др. // Весці АН БССР. Сер. с.-г. навук. 1988. № 1. С. 113.
7. Петряев Е. П., Павлов А. В., Глушенок Т. Г. и др. // II Всесоюз. конференц. по прикладной радиобиологии: Тез. докл. Чернигов, 1985. С. 5.
8. Петряев Е. П., Ветров В. С., Глушенок Т. Г. и др. // Всесоюз. конференц. «Современные проблемы химической технологии»: Тез. докл. Красноярск, 1986. С. 197.

Е. ЕСМАИЕЛ (САР), С. Н. МАЛЬЧЕНКО,
М. В. БАЙКОВ, А. С. ЛЯХОВ, Д. И. МЫЧКО

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДИОКСИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Диоксид титана в виде индивидуального соединения, либо в составе сложных композиций нашел широкое применение при изготовлении неорганических сорбентов, катализаторов, пигментов, пленочных покрытий различного назначения, а также чувствительных элементов химических сенсоров [1—3]. Известно, что структура и свойства диоксида титана существенно зависят от условий и способа его получения [4—5]. Одним из перспективных способов получения неорганических оксидов, в том числе TiO_2 , является золь-гель метод. С его помощью можно получать образцы в виде порошков, керамики [6—8], тонких и толстых пленок с различными электрофизическими и оптическими свойствами [9—11]. В общем случае золь-гель метод включает следующие стадии: получение золя гидратированного оксида металла, перевод золя в гель и формирование керамики или пленки в процессе термообработки геля. Отличительной особенностью этого метода от традиционного «гелевого» является то, что получение золя и геля разделены во времени, вследствие чего гель образуется из заранее сформированных первичных частиц гидратированного оксида, что, в свою очередь, может приводить к изменению свойств получаемого материала.

Несмотря на то, что золь-гель метод известен давно, свойства получаемых материалов и особенности процессов, протекающих на стадиях их формирования, изучены недостаточно полно. Главным образом это относится к неорганическим материалам, включая TiO_2 , получаемым из стабилизированных зольей, использование которых дает основание рассчитывать не только на улучшение воспроизводимости свойств конечного продукта, но и на целенаправленное их регулирование за счет изменения химической природы стабилизатора и условий приготовления золя.

Целью данной работы явилось изучение особенностей процесса формирования диоксида титана в виде порошка из золя гидратированного диоксида титана (ГДТ), стабилизированного уксусной кислотой, а также свойств этого оксида в сравнении со свойствами диоксида титана, получаемого известным «гелевым» способом.

Экспериментальная часть

ГДТ осаждали по методике [12] при комнатной температуре путем медленного приливания раствора TiCl_4 к водному раствору аммиака при перемешивании до достижения $\text{pH} = 1,5$. Осадок отмывали на центрифуге до отрицательной реакции на ионы Cl^- в промывных водах. Содержание TiO_2 в геле составило 10 мас. %.

Для пептизации использовался свежеприготовленный осадок $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, который разбавляли двухкратным (по массе) количеством дистиллированной воды и добавляли расчетное количество ледяной уксусной кислоты. Массовое отношение $\text{TiO}_2 : \text{CH}_3\text{COOH}$ изменялось в интервале от 50 : 1 до 1 : 2. Было исследовано влияние на процесс пептизации и устойчивость зольей температуры смешения ГДТ с кислотой и действия ультразвука (диспергатор УЗДН-2Т). Для проведения рентгенографического, хемосорбционного и термогравиметрического исследований образцы ГДТ были получены путем сушки золя при 80°C в течение 1 ч и дальнейшей термообработки ксерогеля на воздухе при $100\text{—}800^\circ\text{C}$. Для сравнения в тех же температурных условиях были приготовлены образцы TiO_2 , не подвергавшиеся пептизации.

Термограммы исходных образцов были получены на дерива-

тографе ОД-102 фирмы «МОМ». Нагревание в интервале температур 20—900 °С осуществляли в динамическом режиме со скоростью 5°/мин в стационарной воздушной атмосфере. Массу исходных образцов составляла 200—300 мг. Удельную поверхность образцов, прогретых при разных температурах, определяли по низкотемпературной адсорбции азота на приборе «Акусорб 2100» фирмы «Майкромеритикс».

Дифрактограммы образцов снимали на рентгеновском дифрактометре HZG — 4А (излучение $\text{CuK}\alpha$, Ni-фильтр) фирмы «Карл Цейсс» (Йена). Электронно-микроскопические снимки образцов золей были получены на микроскопе ЭМВ-100ЛМ. Образцы для исследования представляли собой углеродную пленку с включенными в нее коллоидными частицами ГДТ. Методика приготовления образцов описана в [10].

Результаты и их обсуждение

Простое смешение влажного осадка ГДТ с уксусной кислотой не приводит к получению устойчивых золей, и лишь при применении ультразвукового диспергирования (частоты 22 и 44 кГц) наблюдается эффективная пептизация осадка. Для оценки устойчивости золей, полученных при разных массовых соотношениях $\text{TiO}_2 : \text{CH}_3\text{COOH}$, водные дисперсии отстаивали в течение 24 ч в цилиндрическом сосуде высотой 30 см и диаметром 1,5 см, после чего определяли концентрацию TiO_2 в верхнем слое. На рис. 1 приведена зависимость содержания TiO_2 в 1 мл золя от массового отношения «оксид-кислота». Наибольшую устойчивость золя наблюдали при отношении $\text{TiO}_2 : \text{CH}_3\text{COOH} = 2 : 1$, что соответствует мольному отношению 1,5 : 1. Приведенная на рис. 1 концентрация TiO_2 в золе соответствует частоте ультразвукового диспергирования 44 кГц, при частоте 22 кГц наибольшая достигаемая концентрация дисперсной фазы в золе на 10 % ниже.

Порядок добавления пептизатора — уксусной кислоты — к ГДТ (перед или непосредственно во время диспергирования) не оказывал существенного влияния на устойчивость золей. Температура, при которой проводили смешивание ГДТ и CH_3COOH (20—80 °С), также не оказывала существенного влияния на предельно достижимую концентрацию золя, которая составляла в пересчете на TiO_2 $2,8 \cdot 10^{-2}$ г/мл.

Электронно-микроскопические снимки частиц золей (рис. 2) демонстрируют зависимость дисперсности и морфологии частиц $\text{TiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ от используемой частоты ультразвукового диспергирования ГДТ в растворе уксусной кислоты. При частоте ультразвука 22 кГц наблюдаются агрегаты, в которых просматриваются игольчатые частицы (рис. 2, а), имеющие размеры несколько сот нм. Длина частиц в форме игл составляет около 30—100 нм. В образцах, диспергированных при частоте 44 кГц (рис. 2, б), наблюдается дробление не только агрегатов, но и самих игольчатых частиц. На снимках видны частицы с размерами 5—10 нм с преобладанием частиц порядка 5 нм, что соответствует размерам первичных частиц гидратированных оксидов многовалентных металлов [1, 4]. Наряду с ними присутствует небольшое количество игольчатых частиц длиной до 50 нм. В то же время не было обнаружено влияния на дисперсность и морфологию частиц таких факторов, как порядок добавления уксусной кислоты при ультразвуковом диспергировании и температуры смешения ГДТ с кислотой.

На рис. 3 приведены термогравимграммы исходного ГДТ, полученного из геля (обра-

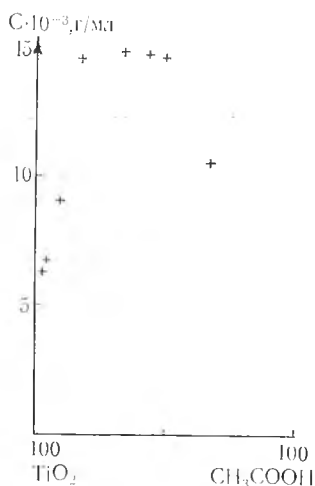


Рис. 1. Зависимость количества TiO_2 в золе от массового соотношения оксид: уксусная кислота

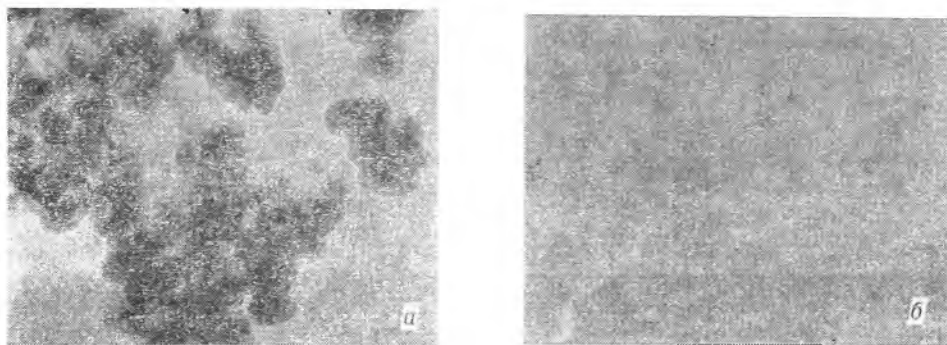


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок ($\times 105000$) частиц золей, полученных при ультразвуковом диспергировании:
а — 22, б — 44 кГц

зец 1) и золя (образец 2). Как видно, обезвоживание образца 1 начинается при температуре около 60°C и сопровождается эндоэффектом с минимумом на кривой ДТА при 130°C . Полное удаление воды заканчивается при температуре $\sim 510^\circ\text{C}$, при этом общая потеря массы образца (Δm) составляет 16%.

Вид кривой ТГ свидетельствует о плавном изменении массы образца. Наличие небольшого экзоэффекта с максимумом при 450°C и незначительным уменьшением массы образца с учетом [4, 13] можно отнести к кристаллизации части аморфного ГДТ в анатаз, а возрастание кривой ДТА над базовой линией указывает на происходящее при нагревании спекание первичных частиц. Введение пептизатора — уксусной кислоты — в ГДТ заметно изменяет вид кривых ДТА и ТГ. Убыль массы наблюдается в интервале температур от 60 до 580°C ($\Delta m = 17\%$). Процесс разложения носит сложный характер — на кривой ДТА четко различимы эндоэффект при 140°C и экзоэффект при 400°C . Появлению эндоэффекта соответствует удаление воды, а экзоэффекта — окислительный пироллиз ацетат-ионов. Присутствие ацетат-ионов в образцах при температурах выше температуры кипения CH_3COOH ($t_{\text{кип.}} = 118^\circ\text{C}$) указывает на то, что они находятся в химически связанном с ГДТ состоянии. Характер кривой ТГ указывает на одновременное протекание процессов дегидратации и разложения ацетат-ионов.

На рис. 4 представлены дифрактограммы образцов 1 и 2, прокаленных на воздухе в интервале температур от 200 до 800°C . В табл. 1 и 2 приведены результаты рентгенофазового анализа образующихся продуктов и их удельная поверхность ($S_{\text{уд.}}$). На дифрактограммах ксерогеля образца 1 присутствуют малонинтенсивные широкие линии, которые по межплоскостным расстояниям и относительной интен-

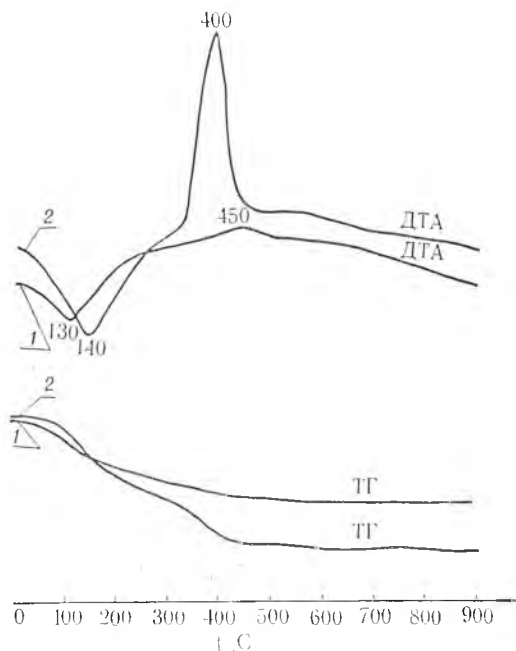


Рис. 3. Термогравиграмма ГДТ, полученного из геля (1) и из золя, пептизированного уксусной кислотой (2)

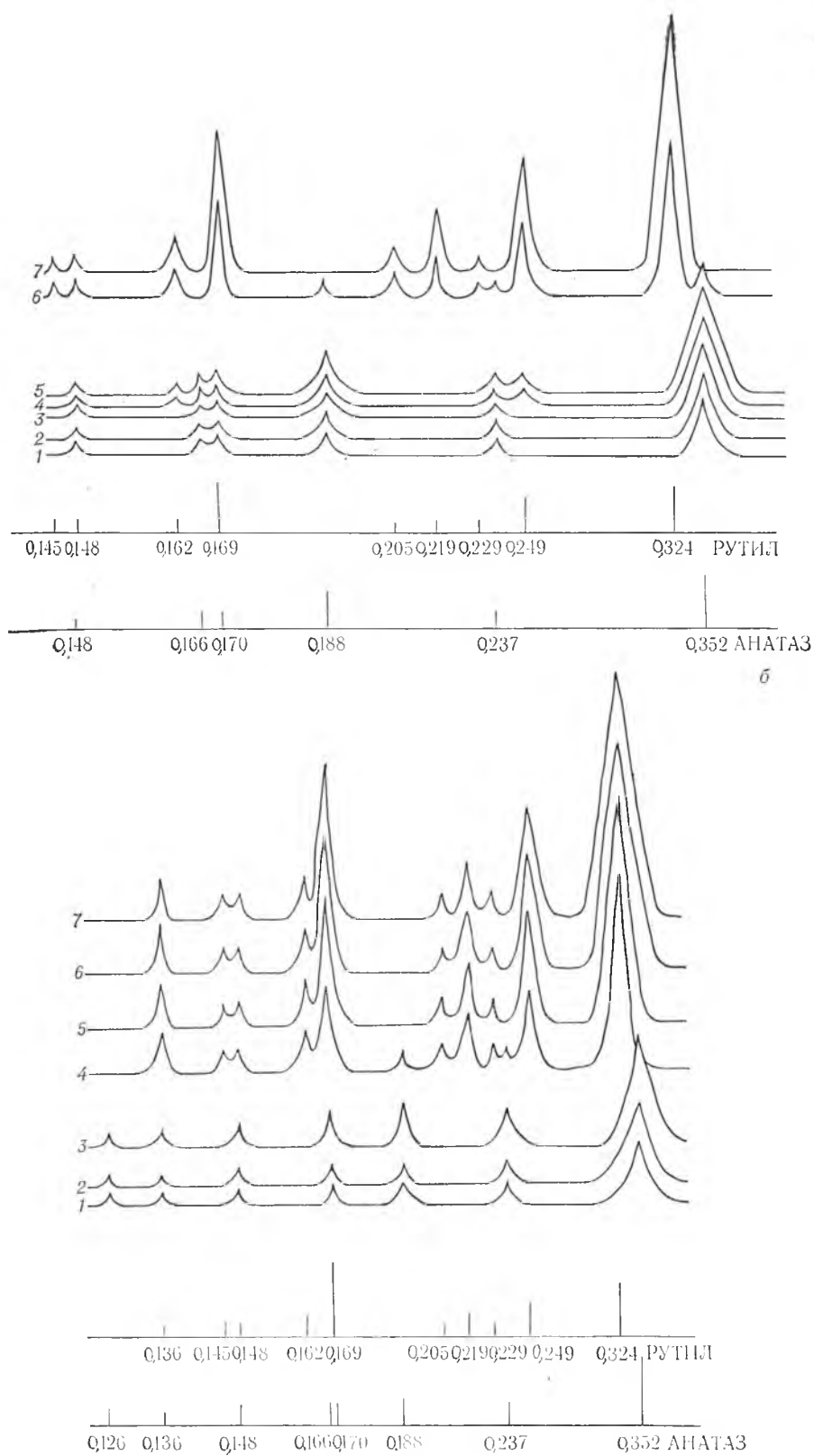


Рис. 4. Дифрактограмма образцов ГДТ № 1 (а) и 2 (б), прокаленных на воздухе:
 а) 1 — исходный, 2 — 300, 3 — 400, 4 — 500, 5 — 600, 6 — 700, 7 — 800 °С; б) 1 — исходный, 2 — 200, 3 — 300, 4 — 500, 5 — 600, 6 — 700, 7 — 800 °С. Время прогрева — 1 ч

Таблица 1

Удельная поверхность и фазовый состав образцов ГДТ, полученных из геля,
при разной температуре прогрева

Температура прогрева, °С		Исходный	300	400	500	600	700	800
$S_{уд.}$, м²/г		216	97	94	59	52	—	5.3
анатаз	рутил	d , нм I , %						
d , нм I , %								
0,352 100		0,350 100	0,350 100	0,350 100	0,350 100	0,350 100	0,350 20	
	0,324 80						0,324 100	0,324 100
	0,249 60				0,249 10	0,249 10	0,249 48	0,249 45
0,237 24		0,237 26	0,237 10	0,237 10	0,237 16	0,237 10	0,237 7	
	0,229 4						0,229 8	0,229 8
	0,219 30						0,219 23	0,219 22
	0,205 12						0,205 9	0,205 9
0,188 40		0,188 25	0,188 25	0,188 26	0,188 28	0,188 24	0,188 8	
0,170 28	0,169 100	0,169 30	0,169 30	0,169 18	0,169 16	0,169 18	0,169 65	0,169 63
0,166 24		0,166 25	0,166 28	0,166 18	0,169 18	0,166 22		
	0,162 30					0,162 6	0,162 18	0,162 20
0,148 24	0,148 20	0,148 28	0,148 10	0,148 11	0,148 10	0,148 6	0,148 10	0,148 8
	0,145 20						0,145 10	0,145 9

Удельная поверхность и фазовый состав образцов ГДТ, полученных золь-гель методом,
при разной температуре прогрева

Температура прогрева, °С		Исходный	200	300	500	600	700	800
$S_{уд}, м^2/г$		202	195	127	32	18	8	0.6
анатаз	рутил	$d, нм I, \%$						
$d, нм I, \%$								
0,352 100		0,350 100	0,350 100	0,350 100	0,350 14			
	0,324 80				0,324 100	0,324 100	0,324 100	0,324 100
	0,249 60				0,249 5	0,249 45	0,249 51	0,249 47
0,237 24		0,237 40	0,237 23	0,237 27	0,237 5			
	0,229 4				0,229 8	0,229 8	0,229 8	0,229 9
	0,219 30				0,218 30	0,218 27	0,218 29	0,218 25
	0,205 12				0,205 12	0,205 9	0,205 10	0,205 8
0,187 40		0,189 35	0,189 20	0,189 30	0,189 6			
0,170 28	0,169 100	0,169 40	0,169 20	0,169 27	0,169 68	0,169 62	0,169 66	0,169 65
0,166 24								
	0,162 30				0,162 24	0,162 21	0,162 23	0,162 23
0,148 24	0,148 20	0,148 24	0,148 13	0,148 18	0,148 11	0,148 8	0,148 10	0,148 10
	0,145 20				0,145 10	0,145 10	0,145 9	0,145 11
0,136 8	0,136 30	0,136 13	0,136 6	0,136 11	0,136 11	0,136 11	0,136 26	0,136 24
0,126 11		0,126 13	0,126 6	0,126 11				

сивности близки к таковым для TiO_2 со структурой анатаза. Заметное возрастание интенсивности линий, соответствующих структуре анатаза, становится видимым при температурах прогрева образцов 400°C и выше. Фазовый переход анатазной модификации в рутильную происходит при 700°C и полностью завершается при 800°C . Полученные результаты согласуются с известными в литературе [14, 15]. Значение $S_{\text{уд.}}$ ксерогеля образца № 1 свидетельствует о его развитой поверхности.

По мере удаления воды и роста микрокристаллов TiO_2 уменьшается $S_{\text{уд.}}$. Наиболее заметное ее уменьшение наблюдается в процессе низкотемпературной дегидратации и фазового перехода анатаза в рутил (табл. 1, рис. 3).

На дифрактограммах исходного образца 2 присутствуют слабые, малointенсивные широкие линии, которые можно отнести к TiO_2 со структурой анатаза. Полученные данные соответствуют результатам работы [6], согласно которым золь ГДТ, полученный электролизом водного раствора TiCl_4 , состоит из коллоидных кристаллических частиц, имеющих структуру анатаза. В отличие от образца 1 на дифрактограммах образца 2 заметен рост интенсивности и уменьшение ширины линий уже при температурах прогрева $200\text{--}300^\circ\text{C}$. По-видимому, при этих условиях прогрева происходит более интенсивный рост первичных частиц TiO_2 , формируемого из золя. Заметим, что аналогичным образом происходит более быстрый рост микрокристаллов диоксида олова, получаемого из стабилизированного олеатом аммония коллоидного раствора, по сравнению с микрокристаллами того же вещества, формируемого гель-методом [16].

Обращает на себя внимание тот факт, что в образце 2 фазовый переход анатазной модификации в рутильную осуществляется при значительно более низких температурах, чем в случае образца 1. Так, образец 2, прогретый при 500°C , практически полностью представляет собой фазу рутила.

Отсутствие на дифрактограммах дополнительных линий, которые можно было бы отнести к продуктам взаимодействия ацетат-ионов с ГДТ, дает основание предположить, что они находятся в хемосорбированном состоянии на поверхности первичных частиц ГДТ, повышая тем самым агрегативную устойчивость коллоидных частиц в золе.

Возможной причиной снижения температуры фазового перехода может служить появление в TiO_2 точечных дефектов, например, анионных вакансий, в результате частичного восстановления при повышенных температурах оксида продуктами пиролиза ацетат-ионов. Известно, что в структурно разупорядоченных кристаллах неорганических оксидов могут происходить изменения в характере протекания кристаллизационных и фазовых превращений. Так, в [17] нами было показано, что с увеличением степени нестехиометричности пленок TiO_2 в результате восстановления его водородом температура фазового перехода снижается. Удельные поверхности образцов 1 и 2 до прогрева на воздухе близки (табл. 1 и 2). При повышении температуры прогрева $S_{\text{уд.}}$ образца 2 уменьшается аналогично тому, как это имеет место в случае образца 1. Однако следует отметить, что при температурах прогрева свыше 300°C у образца 2 наблюдается более резкое изменение значений $S_{\text{уд.}}$. Возможными причинами этого могут служить интенсивно протекающий процесс спекания первичных частиц, а также изменения структуры TiO_2 в результате фазового перехода анатаза в рутил.

Таким образом, из представленных в данной работе результатов следует, что золи ГДТ, стабилизированные уксусной кислотой, состоят из коллоидных частиц размером около 5 нм, имеющих структуру анатаза. Отличительной особенностью процесса формирования диоксида титана из водного золя ГДТ, стабилизированного уксусной кислотой, является быстрый рост размеров частиц и снижение температуры фазового перехода анатаза в рутил. Структуры ГДТ, полученные золь-гель методом,

при повышенных температурах характеризуются менее развитой удельной поверхностью по сравнению с аналогичными структурами, формируемыми гель-методом.

Список литературы

1. Макарова Е. Д., Белинская Ф. А. // Ионный обмен и ионометрия. Л., 1976. Вып. 1. С. 3.
2. Свиридов В. В. // Несеребряные фотографические процессы. Л., 1984. С. 242.
3. Крылов О. В., Киселев В. Ф. Адсорбция и катализ на переходных металлах и их оксидах. М., 1981.
4. Плетнев Р. Н., Ивакин А. А., Клещев Д. Г. и др. Гидратированные оксиды элементов IV и V групп. М., 1986.
5. Малых Т. Г., Шарыгин Л. М., Третьяков С. Я. и др. // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. 1980. Т. 16. № 10. С. 1857.
6. Шарыгин Л. М., Гончар В. Ф., Монсеев В. Е. // Ионный обмен и ионометрия. Л., 1986. Вып. 5. С. 9.
7. Макаров В. М., Скотников А. С., Живоседов В. Г. и др. // Радиохимия. 1976. Т. 8. № 5. С. 773.
8. Поспелов А. А., Крылов В. Н., Раков Н. А. и др. // Химия и технология неорганических сорбентов. Пермь, 1979. С. 85.
9. Livage J., Lemerle J. // Annu Rev. Mater. Sci. 1988. V. 12. P. 103.
10. Мальченко С. Н., Орлик Д. Р., Байков М. В., Баран С. В. Формирование пленочных структур SnO_2 и $\text{SnO}_2\text{—Pd}$ из водных коллоидных растворов. Деп. в ВИНТИ 06.11.87. № 7780-B87.
11. Мальченко С. Н., Горошко Н. Н., Ермоленко В. И. и др. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1988. № 1. С. 115.
12. Руководство по неорганическому синтезу / Под ред. Г. Брауэра. М., 1985. Т. 4. С. 1462.
13. Белинская Ф. А., Макарова Е. Д. // Ионный обмен и ионометрия. Л., 1976. Вып. 1. С. 21.
14. Белоус А. Г., Макарова З. Я., Шахаров О. А. // Укр. хим. журн. 1989. Т. 55. № 1. С. 11.
15. Shastri A. G., Datye A. K., Szwarc G. // Journ. Catalysis. 1984. V. 87. P. 965.
16. Мальченко С. Н., Орлик Д. Р., Байков М. В. и др. Особенности процесса формирования металлоксидной структуры $\text{SnO}_2\text{—Pd}$ из водного золя гидроксида олова (IV), стабилизированного ПАВ. Деп. в ВИНТИ 13.10.88. № 7398—B88.
17. Мычко Д. И., Мальченко С. Н., Браницкий Г. А. // Тез. докл. на X Всесоюз. совещ. по кинетике и механизму химических реакций в твердом теле. Черноголовка, 1989 Т. 1. С. 7.

УДК 546.819.31+541.182.023.4

Г. Ф. ЛЕВЧИК, Л. И. ПАНЬКО, В. П. ПРОКОПОВИЧ,
А. И. ЛЕСНИКОВИЧ, С. А. ВОРОБЬЕВА, Г. А. АКИМОВА

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА СВИНЦА (IV) НА ЕГО ДИСПЕРСНОСТЬ

Оксид свинца (IV) широко применяют в лакокрасочной промышленности. Однако выпускаемый в промышленном масштабе диоксид свинца не отвечает требованиям по величине удельной поверхности. Известно [1], что диоксид свинца существует в виде двух модификаций: $\alpha\text{-PbO}_2$ (орторомбическая) и $\beta\text{-PbO}_2$ (тетрагональная), при этом не ясно, в какой мере дисперсность PbO_2 связана с фазовым составом этого оксида, который меняется в зависимости от условий синтеза.

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния условий синтеза на дисперсность и фазовый состав оксида свинца (IV), полученного в результате окислительно-восстановительного взаимодействия солей свинца с персульфат-ионами в щелочной среде. При постановке эксперимента исходили из того, что важнейшими факторами, влияющими на дисперсность, являются, как известно [2, 3], концентрация и состав исходных растворов, скорость их смешения и температура проведения синтеза.

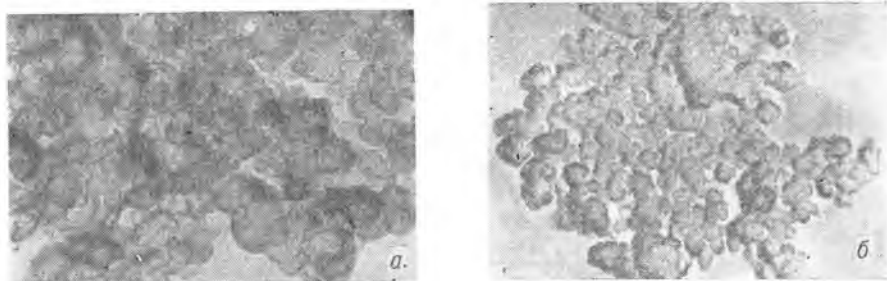
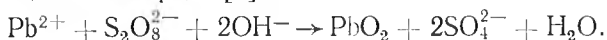


Рис. 1. ЭМ-снимки образцов PbO_2 (увеличение 58000), полученных при использовании:
 а — 50 %-го избытка $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$; б — 20 %-го избытка $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и NaOH

Экспериментальная часть

Оксид свинца (IV) получали окислением солей свинца (II) персульфат-ионами в щелочной среде [4]:



В качестве исходных реагентов использовали ацетат свинца (0,85М раствор), персульфат натрия (7,5М раствор) и гидроксид натрия (1,6М раствор). Во избежание образования примесей основных солей свинца (II) растворы персульфата натрия и гидроксида натрия добавляли одновременно к раствору ацетата свинца (II) при постоянном перемешивании.

Исследовалось влияние на дисперсность и фазовый состав диоксида свинца соотношения реагентов, скорости их сливания, температуры проведения синтеза и условий старения осадка. Указанные параметры изменяли следующим образом. При неизменном содержании ацетата свинца гидроксид натрия и персульфат натрия вводили в эквимолекулярных количествах (вариант а) или со сверхстехиометрическим избытком $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, равным 20 и 50 % (варианты б и в), NaOH — 20 и 50 % (варианты г и д), NaOH — 20 % и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ — 20 % (вариант е), NaOH — 100 % и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ — 20 % (вариант ж). Скорость сливания реагентов составляла 0,3, 0,9 и 18 моль/л·мин. Реагенты (вариант е) смешивались при 25, 40, 50, 60 и 70 °С. Старение осадка осуществлялось при интенсивном перемешивании в течение двух часов при температуре, равной 50, 70 и 80—90 °С.

Фазовый состав образовавшихся осадков определяли на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 (фильтрованное излучение $\text{CuK}\alpha$). Дисперсность частиц PbO_2 исследовали на электронном микроскопе ЭВМ-100ЛМ. Образцы препарировали методом углеродных реплик. Для обеспечения равномерного распределения образцы наносили на подложку с использованием ультразвукового диспергатора УЗДН-2Т на частоте 22 кГц.

Результаты и их обсуждение

Влияние соотношения реагентов. Электронно-микроскопические снимки частиц PbO_2 , полученных при различных соотношениях окислителя и гидроксида натрия, показаны на рис. 1. Видно, что частицы PbO_2 представляют собой агрегаты, образованные из первичных частиц округлой формы. Анализ электронно-микроскопических данных свидетельствует о том, что в зависимости от соотношения реагентов дисперсность частиц диоксида свинца изменяется. При недостатке NaOH и избытке $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ частицы сильно агрегированы и имеют наибольший размер. Так, средний размер частиц PbO_2 , полученных при 50% избытка $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, составляет ~200 нм (рис. 1а). При избытке щелочи 20—100% и избытке окислителя 20% дисперсность частиц наиболее высокая и составляет ~50 нм. На рис. 1б и рис. 2 представлены электронно-микроскопический снимок и гистограмма распределения по размерам частиц PbO_2 , полученных при

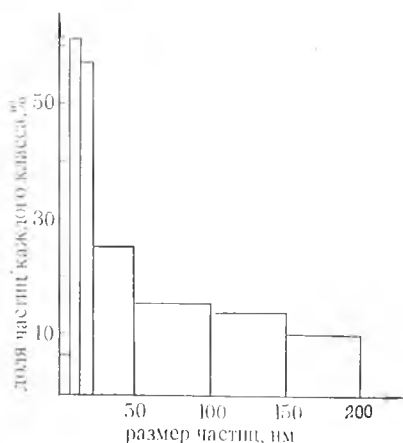


Рис. 2. Гистограмма распределения по размерам частиц PbO_2 , полученного при использовании 20 %-го избытка NaOH и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

20 %-м избытке NaOH и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Средний диаметр частиц PbO_2 составляет 60 нм.

Полученные данные позволяют констатировать, что использование 20 %-го избытка NaOH и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ является оптимальным с точки зрения получения высокодисперсного оксида свинца (IV).

Рентгенографические исследования свидетельствуют о том, что при недостатке NaOH в осадке PbO_2 преобладает β -модификация, а при избытке NaOH 20 % и выше — α -модификация. Таким образом, α -модификация PbO_2 , полученного окислением персульфатом натрия, отличается более высокой дисперсностью, чем β -модификация.

Влияние скорости сливания реагентов. При смешении растворов исход-

ных компонентов со скоростью 18, 0,9 и 0,3 моль/л·мин наблюдаются существенные различия в дисперсности и фазовом составе конечного продукта. При медленном приливании растворов окислителя и щелочи ($v \approx 0,9-0,3$ моль/л·мин) формируется преимущественно α -модификация PbO_2 . Скорость сливания реагентов оказывает влияние и на размер частиц PbO_2 . Так, при 20 %-м избытке NaOH и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и скорости сливания 0,3 моль/л·мин и 18 моль/л·мин средний размер первичных частиц PbO_2 составляет соответственно 120 и 450 нм. Наблюдаемое увеличение дисперсности при увеличении скорости сливания реагентов довольно необычно для кристаллических веществ и, возможно, связано с предварительным образованием аморфной фазы.

Влияние температуры смешения реагентов на дисперсность конечного продукта изучали с учетом результатов предыдущих исследований при скорости смешения реагентов 0,9 моль/л·мин и избытке NaOH и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, составляющем 20 %. При температуре 25 °C и 40 °C в конечном продукте преобладает β -модификация PbO_2 , α - PbO_2 присутствует в виде примеси. Средний размер частиц PbO_2 составляет, согласно электронно-микроскопическим данным, 200—250 нм. Увеличение температуры смешения реагентов до 50—70 °C приводит к преимущественному осаждению α - PbO_2 со средним размером частиц, равным 60—80 нм. Полученные результаты являются дополнительным свидетельством того, что высокодисперсная фаза образована α - PbO_2 .

Влияние температуры старения осадка. При температуре старения, равной 50—70 °C, в образующемся осадке преобладает тетрагональная модификация PbO_2 , α - PbO_2 обнаруживается в виде примеси. При 80—90 °C преобладающей является орторомбическая модификация PbO_2 . Соответственно изменяется дисперсность образующегося оксида от 250 нм (50, 70 °C) до 80 нм (80—90 °C).

Известно [5, 6], что при увеличении температуры и давления β - PbO_2 переходит в α -модификацию, т. е. α - PbO_2 более стабильна при повышенных значениях температуры и давления. Кроме того, размалывание также приводит к переходу β -формы в α - PbO_2 [6]. Согласно полученным результатам, при синтезе из раствора более высокодисперсной фазой диоксида свинца является α -модификация. Вероятно, высокая поверхностная энергия мелких частиц способствует стабилизации α -формы PbO_2 в обычных условиях.

Таким образом, нами усовершенствован метод синтеза высокодисперсного оксида свинца (IV). Установлено, что оптимальными условиями получения тонкодисперсного PbO_2 (~60 нм) по реакции окисления ацетата свинца (II) персульфат-ионами в присутствии гидроксида натрия

являются: 20%-й избыток NaOH и 20%-й избыток $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ по сравнению со стехиометрическими количествами; скорость смешения реагентов не выше 0,3—0,9 моль/л·мин; начальная температура смешения реагентов 50—70 °С, а температура последующего старения осадка оксида свинца (IV) в течение 1,5—2,0 ч — 80—90 °С.

Обнаружено, что более высокой дисперсностью отличается оксид свинца (IV), представленный орторомбической модификацией PbO_2 ; для менее дисперсных образцов PbO_2 характерно преобладание тетрагональной модификации.

Список литературы

1. Лазарев Б. В. Химические и физические свойства простых оксидов металлов. М., 1983.
2. Кольтгоф И. М., Сендел Е. Б. Количественный анализ. М.; Л., 1948.
3. Бакли Г. Рост кристаллов. М., 1954.
4. Фабер П., Бенде Г., Бренэ Ж. Способ получения двуокиси свинца: А. с. 931098. СССР // БИ. 1982. № 19.
5. Baggiga C., Morales J., Triado J. L. // Thermochim. Acta. 1989. V. 138. № 2. P. 277.
6. Торопов Н. А., Барзаковский В. П., Бондарь И. А., Удалов Ю. П. // Металлосилоксидные соединения силикатных систем. Л., 1970. Вып. 2.

УДК 678.744 : 532.771/541.24

В. М. СИДЕРКО, А. И. ЖУК

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИКАПРОАМИДА

В растворах привитых сополимеров, особенно в смешанных растворителях, большую роль играют отталкивание между несовместимыми полимерами и их специфическое взаимодействие с растворителями. Это может приводить к существенному изменению конформаций макромолекул [1]. Ранее были изучены свойства разбавленных растворов привитых сополимеров поликапроамида (ПКА) с полистиролом в смешанных растворителях м-крезол — циклогексан и м-крезол — ДМФА [2, 3]. Целью данной работы явилось исследование поведения разбавленных растворов привитых сополимеров ПКА — полиметилметакрилат (ПММА) и ПКА — полиметакриловая кислота (ПМАК) в смешанных растворителях.

Привитые сополимеры ПКА синтезировали по радикальному механизму. Методика выделения привитых цепей описана в [2, 3]. Условия синтеза и характеристика привитых сополимеров приведены в табл. 1, 2.

Рассмотрим зависимость характеристической вязкости $[\eta]$ растворов ПКА, ПММА и их привитых сополимеров от состава смешанного растворителя м-крезол — метанол (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что введение осадителя в раствор ПММА вызывает вначале резкое, а затем медленное снижение характеристической вязкости, обусловленное сжатием макромолекулярного клубка при увеличении содержания метанола.

ПКА набухает в метаноле, но не растворяется в нем. Его добавление к растворам ПКА в м-крезоле вызывает экстремальную зависимость характеристической вязкости от состава растворителя.

Таблица 1

Условия получения и характеристика привитых сополимеров ПКА—ПММА

Концентрация персульфата калия, ммоль/л	Степень прививки ПММА	Содержание ПММА в сополимере мас. %	Молекулярная масса привитых цепей ПММА · 10 ⁻⁵
9,2	45,8	31	8,0
11,1	75,4	43	7,3

Примечания. Масса капронового волокна 1 г; [ММА] = 2,7 моль/л. Объемное соотношение ММА: метанол = 1 : 2,5. Модуль ванны 28. Время реакции 3 ч, температура 60 °С.

Таблица 2

Условия синтеза и характеристика
привитых сополимеров ПКА — ПМАК

Растворитель	Объемное соотноше- ние МАК: раствори- тель	Степень прививки ПМАК	Содержание ПМАК в со- полимере	Молекулярная масса приви- той ПМАК · 10 ⁻⁵
		мас. %		
Масса капронового волокна 1 г				
Метанол	1:9	52	34,2	1,7
Вода	1:9	303	75,2	11,9
Вода — ДМФА	2:1	241	70,6	1,3
Метанол	1:4	71,3	41,6	1,3
Масса капронового волокна 10 г				
Вода	1:9	86,9	46,5	2,3
Метанол	1:9	23	18,7	1,2
Вода — ДМФА	6:12,5	11	9,9	1,2

Примечания. [МАК] = 1,2 (1, 2, 5—7) и 2,4 моль/л (3, 4); [ПБ] = 8,2 ммоль/л. Модуль ванны 25 (5—7) и 50 (1—4).
Время полимеризации 3 ч при температуре 65 °С.

Для растворов привитых сополимеров эта зависимость также сохраняет экстремальный характер. Максимальное значение характеристической вязкости наблюдается при содержании метанола 30 об.%. Конформации макромолекул сополимеров меняются менее резко, чем у гомополимеров. Лишь при содержании метанола 40 об.% характеристическая

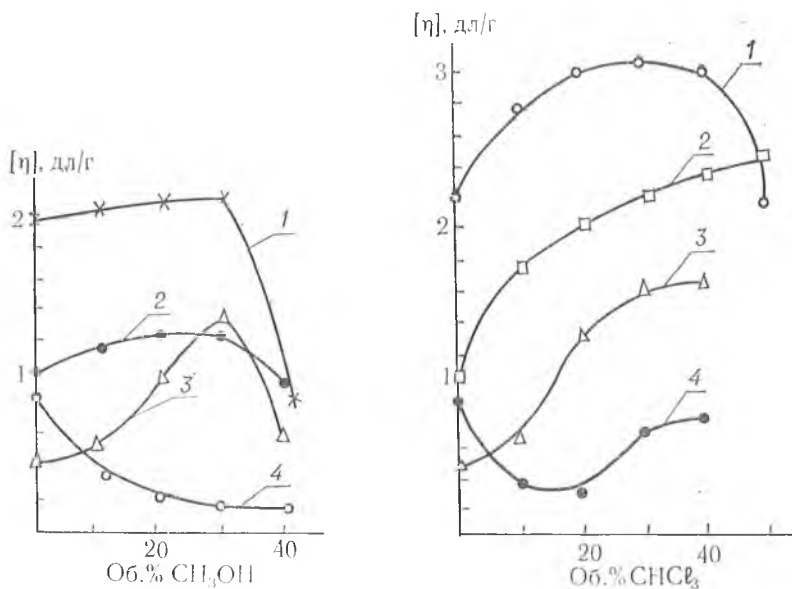


Рис. 1. Зависимость $[\eta]$ растворов ПКА (3), ПММА (4) с молекулярной массой $9,2 \cdot 10^4$ и их привитых сополимеров со степенью прививки 45,8 (1) и 75,4 мас. % (2) от состава смешанного растворителя м-крезол — метанол

Рис. 2. Зависимость $[\eta]$ ПКА (3) с молекулярной массой $3,7 \cdot 10^4$, ПММА (4) и привитых сополимеров ПКА — ПММА со степенью прививки 45,8 (1) и 75,4 мас. % (2) от состава смешанного растворителя м-крезол — хлороформ

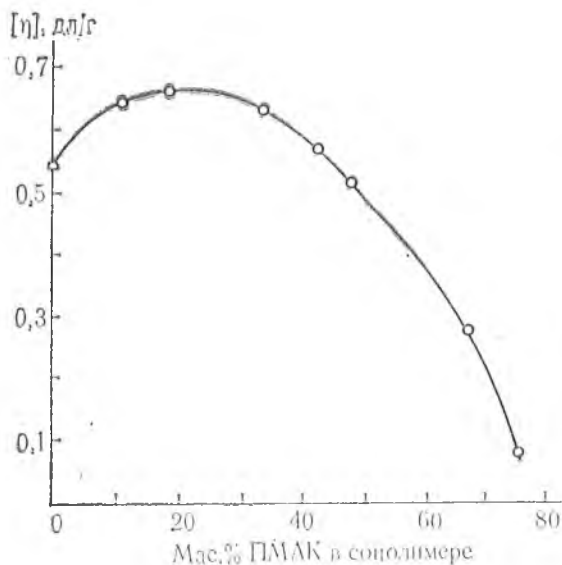


Рис. 3. Зависимость $[\eta]$ растворов в м-крезоле от содержания привитой ПМАК в сополимере

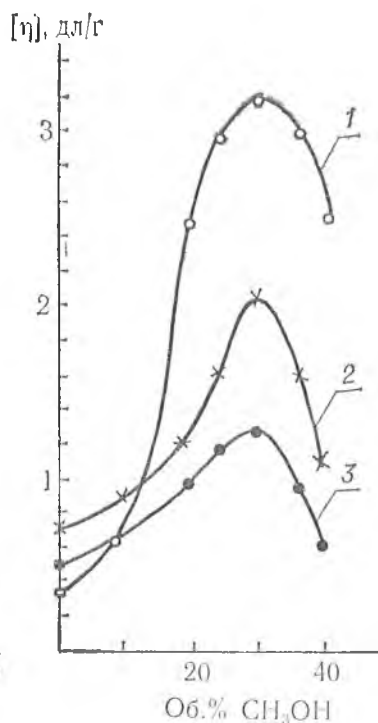


Рис. 4. Зависимость $[\eta]$ растворов ПКА (3) и его привитых сополимеров с ПМАК со степенью прививки 86 (1) и 23 мас. % (2) от состава смешанного растворителя м-крезол — метанол

вязкость раствора резко уменьшается из-за существенного сжатия макромолекулярных клубков. Для сополимера с ПММА 31 мас. % характерны менее компактные формы макромолекул, чем для сополимера с большим содержанием ПММА.

В отличие от метанола хлороформ растворяет ПММА [4] и является агентом набухания ПКА [5].

Значения характеристической вязкости растворов ПКА увеличиваются с ростом содержания хлороформа в смешанном растворителе (рис. 2). Для растворов ПММА свойственно прохождение характеристической вязкости через минимум при содержании хлороформа 20 об. %.

В случае растворов привитых сополимеров наблюдается более существенное изменение характеристической вязкости при введении хлороформа. Растворы привитого сополимера с ПММА 31 мас. % обладают большими значениями характеристической вязкости, чем растворы сополимера с содержанием ПММА 43 мас. %, как это отмечено и для смешанного растворителя м-крезол — метанол. У растворов сополимера с меньшим содержанием привитого ПММА имеет место экстремальная зависимость характеристической вязкости от состава растворителя при наличии пологого максимума. Подобная зависимость отмечена в работе [4] для растворов статистического сополимера ММА с н-цетилметакрилатом. Объяснить это можно тем, что хлороформ принимает участие в избирательной сольватации цепей ПММА, а м-крезол — цепей ПКА. За счет этого размеры макромолекулы возрастают и, таким образом, значения характеристической вязкости увеличиваются. В смешанном растворителе м-крезол — хлороформ 0,5%-ные растворы сополимера ПКА — ПММА (степень прививки 45,8 мас. %) обладают минимальным значением оптической плотности при содержании хлороформа 30 об. %. Это находится в удовлетворительном соответствии с вискозиметрически-

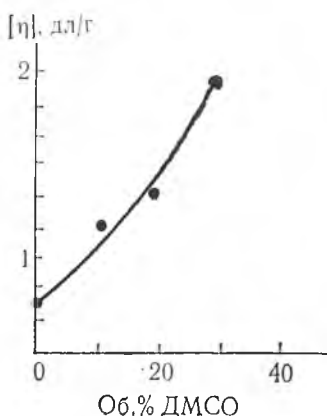


Рис. 5. Зависимость $[\eta]$ растворов сополимера со степенью прививки ПМАК 86 мас. % от содержания ДМСО в смешанном растворителе м-крезол — ДМСО

ми данными: раствору с развернутой формой макромолекул соответствуют максимальное значение характеристической вязкости и минимальное оптической плотности.

Растворы сополимеров с небольшим содержанием ПМАК (до 20 мас. %) обладают большей характеристической вязкостью, чем немодифицированного полиамида (рис. 3). Это обусловлено расталкиванием полимерных фрагментов различной природы. При дальнейшем повышении содержания ПМАК в сополимере конформации макромолекул становятся более компактными и наблюдается снижение характеристической вязкости. Вероятно, внутреннюю часть макромолекулярного клубка занимают привитые цепи, а молекулы ПКА окружают их, находясь в контакте с молекулами м-крезола, поэтому наименьшее значение $[\eta]$ наблюдается у сополимера с ПМАК 75,2 мас. %.

Характеристическая вязкость растворов ПКА и его привитых сополимеров в зависимости от состава смешанного растворителя м-крезол — метанол меняется экстремально: максимум наблюдается при содержании метанола 30 об. % (рис. 4). Для растворов сополимеров характерно более резкое изменение конформаций макромолекул и значений характеристической вязкости. В отличие от сополимеров ПКА — ПММА сополимеры ПКА — ПМАК с большим содержанием последней характеризуются большими значениями характеристической вязкости при содержании метанола 20—40 об. %, чем сополимеры с меньшей степенью прививки ПМАК. Значения $[\eta]$ для ПМАК не приведены, поскольку при 25 °C происходит ее осаждение из раствора в м-крезоле, а все измерения для остальных образцов проведены при этой температуре.

Значения $[\eta]$ растворов привитых сополимеров ПКА — ПМАК в смешанных растворителях м-крезол — диметилсульфоксид (ДМСО) возрастают с увеличением содержания ДМСО (рис. 5), что обусловлено сильным «разбуханием» макромолекул в результате взаимодействия цепей ПМАК с ДМСО [6]. При больших содержаниях ДМСО наблюдается застудневание системы. Не исключено, что этому способствуют ионизация молекул ПМАК и возникающий эффект полиэлектролитного набухания аналогично тому, как это наблюдали для растворов сополимера МАК с ММА в смешанном растворителе дихлорэтан — ДМФА [7].

Таким образом, можно полагать, что поведение модифицированного поликапроамида в разбавленных растворах зависит не только от природы и соотношения компонентов привитого сополимера, но и от состава растворителя.

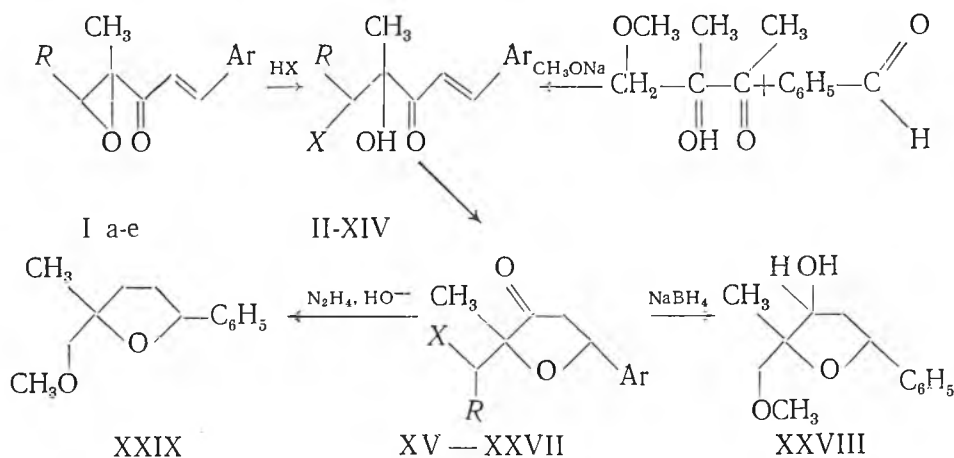
Список литературы

1. Бектуров Е. А. Тройные полимерные системы в растворах. Алма-Ата, 1975. С. 144.
2. Сидерко В. М., Ванеева Н. М. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1979. № 2. С. 63.
3. Сидерко В. М., Кузьминская Ю. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. Хим. Биол. Геогр. 1977. № 1. С. 17.
4. Береза С. В., Рафиков С. Р., Бектуров Е. А., Легкунец Р. Е. // Высокомолек. соед. 1968. Т. 10. № 11. С. 2536.
5. Nayaak P. L., Lepka S., Basak A. // Angew. makromol. Chem. 1988. V. 161. S. 9.
6. Синтез полимеров и мономеров. Алма-Ата, 1970. С. 40.
7. Функциональные органические соединения и полимеры. Владимир, 1974. С. 126.

СИНТЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАГИДРОФУРАН-3-ОНОВ

Структура тетрагидрофуран-3-она является центральным структурным элементом ряда природных веществ, таких как чиленон А, аскофуранон, кансуинин А [1—4]. Производные тетрагидрофуран-3-она проявляют противоопухолевую, антибиотическую и другие виды биологической активности, применяются как ароматизирующие добавки к пищевым продуктам [5—8]. В продолжение изучения гетероциклизации ненасыщенных α -кетолов и с целью синтеза новых функциональных производных тетрагидрофуран-3-она нами исследована внутримолекулярная циклизация α -кетолов, полученных на основе легкодоступных β -арилакрилоллоксиранов.

Синтез 1-галонд-2-гидроксипентен-3-онов (II — IX) с выходом 80—93 % осуществляют реакцией β -арилакрилоллоксиранов I а — е с галондводородными кислотами в уксусной кислоте при температуре 18—20 °С. Взаимодействие β -арилакрилоллоксиранов I а, б со вторичными аминами (диметил-, диэтиламино, пирролидином) в изопропиловом спирте приводит к аминоксикетонам X — XIII. Ненасыщенный α -гидроксипентен-3-он XIV образуется при конденсации 2-гидроксипентен-2-метил-1-метоксибутан-3-она с бенальдегидом в присутствии метилата натрия в метаноле:



Ia — Ar = Ph, II, XV X = Br; Ib Ar = 4 — BrC₆H₄, III, XVI X = Br;

Iв Ar = 4 — ClC₆H₄, IV, XVII X = Br; Ic Ar = 4 — CH₃OC₆H₄, VIII,

XXI X = J,

Id Ar = C₂H₅OC₆H₄, V, XVIII X = Br; Ie R = CH₃, Ar = 4 — BrC₆H₄, IX,

XXII X = Br; VI, XIX Ar = Ph, X = Cl; VII, XX Ar = Ph, X = J; X, XIII

Ar = Ph, X = (CH₃)₂N; XI, XXIV Ar = 4 — BrC₆H₄, X = (CH₃)₂N;

XII, XXV Ar = 4 — BrC₆H₄, X = (C₂H₅)₂N; XIII, XXVI Ar = 4 — BrC₆H₄,

X = N(CH₂)₄, XIV, XXVII Ar = Ph, X = CH₃O; XXVIII, XXIX Ar = Ph,

X = CH₃O.

Установлено, что гетероциклизация соединений II — XIV происходит в полифосфорной кислоте в течение 5 — 15 сут при температуре 20—22 °С с образованием смеси диастереомерных тетрагидрофуран-3-онов XV — XXVII, отличающихся относительной конфигурацией центров хи-

Физико-химические характеристики соединений II — XXIX

Номер соединения	$t_{пл}$, °C	Выход, %	Найдено, %		Брутто-формула	Вычислено, %	
			С	Н		С	Н
II	72—73	87	53,47	4,75	$C_{12}H_{13}BrO_2$	53,55	4,88
III	137—138	93	41,40	3,41	$C_{12}H_{12}Br_2O_2$	41,41	3,48
IV	128—129	83	47,32	3,81	$C_{12}H_{12}BrClO_2$	47,47	3,99
V	92—93	91	53,57	5,38	$C_{14}H_{17}BrO_3$	53,68	5,48
VI	55—56	80	64,01	5,74	$C_{12}H_{13}ClO_2$	64,14	5,84
VII	86—87	83	45,42	4,06	$C_{12}H_{13}JO_2$	45,59	4,15
VIII	98—99	71	44,97	4,23	$C_{13}H_{15}JO_3$	45,10	4,37
IX	масло	66	55,01	5,21	$C_{13}H_{15}Br_2O_2$	55,13	5,35
X*	40—41 (151—152)	80	71,94	8,09	$C_{14}H_{19}NO_2$	72,06	8,22
XI*	73—74 (143—144)	81	53,86	8,07	$C_{14}H_{18}NO_2Br$	54,02	5,21
XII	42—43 (143—145)	88	56,31	6,54	$C_{16}H_{33}NO_2Br$	56,47	6,47
XIII	71—72	85	56,16	5,84	$C_{16}H_{22}NO_2Br$	56,31	5,97
XIV	масло	50	70,69	7,18	$C_{13}H_{16}O_3$	70,87	7,34
XV	масло	80	53,42	4,76	$C_{12}H_{13}O_2Br$	53,55	4,88
XVI	масло	86	41,28	3,39	$C_{12}H_{12}O_2Br_2$	41,41	3,48
XVII	масло	93	47,32	3,76	$C_{12}H_{12}O_2ClBr$	47,47	3,99
XVIII	масло	27	53,63	5,43	$C_{14}H_{17}O_3Br$	53,68	5,48
XIX	масло	53	63,98	5,92	$C_{12}H_{13}ClO_2$	64,14	5,84
XX	масло	83	45,36	4,87	$C_{12}H_{13}O_2J$	45,59	4,15
XXI	масло	30	44,92	4,21	$C_{13}H_{15}O_3J$	45,01	4,38
XXII	61—62	68	43,05	3,88	$C_{13}H_{14}O_2Br$	43,12	3,90
XXIII	масло	37	71,84	8,04	$C_{14}H_{19}O_2N$	72,06	8,22
XXIV	масло	30	53,21	5,61	$C_{14}H_{18}O_2NBr$	53,39	5,82
XXV	масло	64	56,31	6,43	$C_{16}H_{22}O_2NBr$	56,47	6,53
XXVI	масло	41	73,85	8,25	$C_{16}H_{21}O_2NBr$	74,08	8,18
XXVII	масло	85	70,71	7,23	$C_{13}H_{16}O_3$	70,87	7,33
XXVIII	масло	80	70,14	8,06	$C_{13}H_{18}O_3$	70,23	8,18
XXIX	масло	81	75,80	8,76	$C_{13}H_{18}O_2$	75,68	8,81

* $t_{пл}$ гидрохлоридов указаны в скобках.

ральности C_2 и C_5 углеродных атомов с выходом 30—93% в расчете на вступивший в реакцию енон. Повышение температуры реакции приводит к увеличению скорости процесса, однако сопровождается образованием значительного количества продуктов осмоления: проведение реакции бромгидрина II при температуре 100—120 °C снижает выход целевого продукта до 30%. Данные ТСХ и спектров ПМР реакционных смесей соединений XV — XXII указывают на то, что гетероциклизация ненасыщенных α -кетолов II — IX не протекает до полного исчезновения исходного енона и является обратимой. Действительно, было установлено, что при растворении тетрагидрофуран-3-она XV в полифосфорной кислоте уже через 0,5 ч в реакционной смеси регистрируется исходный кетол II.

Состав и строение тетрагидрофуран-3-онов XV — XXVII подтверждены данными элементного анализа и спектрально (см. таблицу). Так, в ИК спектрах соединений XV — XXVII исчезают полосы валентных колебаний гидроксильной группы в области 3480—3600 cm^{-1} и двойной свя-

зи при 1600—1620 см⁻¹. Полоса валентных колебаний группы С=О наблюдается при 1750—1760 см⁻¹, что характерно для подобных структур [9]. В спектрах ПМР диастереомеров XV, XXVII, выделенных в индивидуальном виде, имеется АВХ-спиновая система сигналов взаимодействующих протонов у С₄ и С₅ атомов тетрагидрофуранового кольца. Сигналы гемминальных протонов 4-Н_А и 4-Н_В представляют два квадруплета с константами спин-спинового взаимодействия (КССВ) $J_{AB}=17,0-18,0$ Гц и КССВ вицинальных трансондных протонов $J_{AX}=9,4-11,0$ Гц и вицинальных цисондных протонов $J_{BX}=5,5-6,6$ Гц. Сигнал бензильного протона 5-Н проявляется в слабом поле с КССВ $J_{AX}=9,4-11,0$ Гц и $J_{BX}=5,5-6,6$ Гц. Сигналы протонов замещенной метиленовой группы у С₂ представляют АВ-спиновую систему, при этом разность химических сдвигов этих протонов у одного диастереомера меньше, чем у другого, что характерно для всех синтезированных диастереомерных тетрагидрофуран-3-онов XV—XXVII. Анализ спектров ПМР диастереомерных смесей соединений XV—XXVII свидетельствует о преимущественном образовании диастереомеров А по отношению к диастереомерам Б (соотношение А : Б = 1,5—2,6 : 1), т. е. гетероциклизация ненасыщенных α-кетолов II—XIII происходит стереоселективно.

Синтезированные диастереомерные тетрагидрофуран-3-оны XXVII в виде индивидуальных диастереомеров А и Б были восстановлены до спиртов XXVIII А и XXVIII Б боргидридом натрия в метаноле. Оказалось, что восстановление соединений XXVII А и XXVII Б происходит стереоспецифично с образованием в каждом случае одного спирта. Известен ряд примеров стереоселективного восстановления карбонильных соединений гидридами металлов [10, 11]. Во всех этих примерах такую селективность связывают с центром хиральности, соседним с карбонильной группой. Стереоспецифичность восстановления тетрагидрофуран-3-онов XXVII А и XXVII Б обусловлена, вероятно, присутствием α-метоксигруппы, кислород которой способен координироваться с гидридами металлов и тем самым направлять атаку реагента с одной диастереотопной стороны.

Восстановление тетрагидрофуран-3-онов XXVII в виде диастереомерной смеси по Кижнеру-Вольфу с использованием гидразингидрата и едкого кали приводит к смеси диастереомерных 2-метил-2-метоксиметил-5-фенилтетрагидрофуранов XXIX с выходом 81 %. В ИК спектре соединения XXIX исчезает полоса валентных колебаний карбонильной группы, в спектре ПМР тетрагидрофурана XXIX имеются мультиплетные сигналы взаимодействующих протонов тетрагидрофуранового кольца при этом сигнал 5-Н протона каждого изомера представляет квадруплет с $J=9,0$ Гц и $J=6,0$ Гц.

Таким образом, гетероциклизация функционально-замещенных α-кетолов происходит селективно с образованием тетрагидрофуран-3-онов, которые далее могут быть восстановлены в соответствующие спирты и тетрагидрофураны.

Экспериментальная часть

Использованные в работе β-арилакрилоноксираны I а — е синтезированы по методике [12]. ИК спектры веществ в CCl₄ с концентрацией 10⁻¹ моль/л сняты на спектрофотометре Specord-75 IR. Спектры ПМР измерены на спектрометрах Tesla BS 467 А (60 МГц) в растворах CCl₄ и СДСl₃, внутренний стандарт TMS.

1-Галоген-2-гидроксип-2-метил-5-арил-4-пентен-3-оны (II—VIII), 2-бром-3-гидроксип-3-метил-5-(4-бромфенил)-5-гексен-4-он (IX). В 50 мл уксусной кислоты растворяют 0,1 моль β-арилакрилоноксирана I а — е и медленно по каплям при перемешивании на магнитной мешалке прибавляют 0,2 моль 47% бромистоводородной кислоты или 38% соляной кислоты, или 57% подистоводородной кислоты. За ходом реакции сле-

дят с помощью ТСХ на пластинках Silufol (элюент эфир-гексан 1 : 1). Через 0,5—1 ч после исчезновения исходного реакционную смесь разбавляют 10-кратным количеством воды, нейтрализуют раствором соды и экстрагируют эфиром. Эфирный раствор сушат над сульфатом натрия, упаривают эфир и выделяют соединения II — VIII кристаллизацией из смеси петролейный эфир или эфир-гексан.

1-Диалкиламино-(пирролидино)-2-гидрокси-2-метил-5-арил-4-пентен-3-оны (X — XIII). 0,1 Моль соединения I а, б растворяют в 100 мл изопропилового спирта и прибавляют 0,15 моль вторичного амина (раствор диметиламина в изопропиловом спирте или диэтиламин, или пирролидин) и выдерживают реакционную смесь при 18—20 °С в течение 12—24 ч. После упаривания спирта аминоксикетоны XIII — XVIII выделяют в виде оснований кристаллизацией из смеси эфир-петролейный эфир или в виде гидрохлорида кристаллизацией из смеси метанол-метилэтилкетон.

2-Гидрокси-2-метил-1-метоксип-5-фенил-4-пентен-3-он (XIV). К раствору 26,4 г (0,2 моль) 2-гидрокси-2-метил-1-метоксипутан-3-она в метаноле прибавляют 21,2 г (0,2 моль) бензальдегида. Смесь охлаждают до 0 °С, затем порциями прибавляют 10 мл 20 % раствора едкого натра в метаноле. Температуру реакции поднимают до 20 °С и выдерживают 2 ч. После упаривания метанола остаток разбавляют водой, экстрагируют эфиром, эфирный раствор сушат сульфатом натрия. Эфир упаривают, выделяют маслообразный продукт, выход 50 %, $n_D^{19} = 1,5650$.

2-Галонидметил-2-метил-5-арилтетрагидрофуран-3-оны (XV — XXI). Растворяют 0,05 моль соединений II — IX в 15 мл полифосфорной кислоты и оставляют при комнатной температуре на 5—15 сут или нагревают соединения II в течение 2—6 ч при 60—80 °С. За ходом реакции следят с помощью ТСХ, элюент — эфир-гексан 1 : 2. Реакционную смесь разбавляют пятикратным объемом воды, нейтрализуют раствором соды до $pH=7$ и экстрагируют эфиром. Эфирный раствор после высушивания над сульфатом натрия и отделения осушителя упаривают на пленочном испарителе. Тетрагидрофуран-3-оны выделяют с помощью колоночной хроматографии на окиси алюминия, элюент эфир-гексан 1 : 1. Соединения XV — XXI представляют собой желтые маслообразные вещества, соединение XXII кристаллизуют из смеси эфир-гексан 2 : 5. Диастереомеры XV А и XV Б разделяют хроматографически на окиси алюминия, элюент эфир-гексан 1 : 2.

2-Диалкиламино-(пирролидино)метил-2-метил-5-арилтетрагидрофуран-3-оны (XXIII — XXVI), 2-метоксиметил-2-метил-5-фенилтетрагидрофуран-3-он (XXVII). 0,02 Моль соединений X — XIV растворяют в 10 мл полифосфорной кислоты и выдерживают при температуре 18—20 °С в течение 5—8 сут. Реакционную смесь разбавляют водой, подщелачивают раствором карбоната натрия и экстрагируют эфиром. После высушивания и удаления эфира маслообразный остаток подвергают хроматографическому разделению на окиси алюминия, элюент — эфир для соединений XXIII — XXVI, эфир-гексан 1/2 для соединений XXVII А и XXVII Б.

2-Метил-2-метоксиметил-5-фенилтетрагидрофуран-3-олы (XXVIII). Диастереомерные тетрагидрофуран-3-олы XXVII А или XXVII Б в количестве 0,01 моль растворяют в метаноле и прибавляют порциями 0,2 г (0,005 моль) боргидрида натрия. Метанол упаривают на пленочном испарителе, остаток разбавляют 10 мл воды, подкисляют разбавленной соляной кислотой и экстрагируют эфиром. Эфирный раствор высушивают над сульфатом магния, осушитель отделяют и упаривают частично растворитель. Остаток фильтруют через слой силикагеля (5 см), элюируя эфиром. После удаления эфира соединения XXVIII А и XXVIII Б выделяют в виде светло-желтых масел.

2-Метил-2-метоксиметил-5-фенилтетрагидрофуран (XXIX). К 1,2 г смеси диастереомерных тетрагидрофуран-3-онов XXVII прибавляют 10 мл этиленгликоля и 1 мл 20 % -го раствора гидразингидрата. Кипятят

реакционную смесь с обратным холодильником в течение 1 ч, затем охлаждают и прибавляют 1 г едкого кали. После кипячения в течение 0,5 ч отгоняют избыток гидразингидрата и нагревают реакционную смесь при 180—190 °С 1 ч. Охлаждают, разбавляют 10-кратным объемом воды и экстрагируют продукт реакции хлороформом. После высушивания над сульфатом натрия, отделения осушителя и упаривания растворителя выделяют тетрагидрофуран XXIX в виде желтого масла.

Список литературы

1. Kang S. H., Hong C. J. // *Tetrahedron Lett.* 1987. V. 28. № 6. P. 675.
2. Martin A. S., Rovirosa J., Mynoy O. // *Tetrahedron Lett.* 1983. V. 24. № 31. P. 4063.
3. Iuthrie A. E., Semple J. E., Joullie M. M. // *Journ. Org. Chem.* 1982. V. 47. № 12. P. 2369.
4. Uemura D., Hirata Y. // *Tetrahedron Lett.* 1975. № 21. P. 1697.
5. Amos B., Smith I. I. I., Levenberg R. A., Jerris P. J., Scarborough R. M., Wovrilich P. M. // *Journ. Am. Chem. Soc.* 1981. V. 103. № 6. P. 1501.
6. Jiantureo M. A., Friedel P., Jiammarino A. S. // *Tetrahedron.* 1964. V. 20. № 7. P. 1763.
7. Chen K.-N., Loullie M. M. // *Tetrahedron Lett.* 1984. V. 25. № 4. P. 393.
8. Пат. 7391278 Япония // С. А. 1974. V. 80. 942559t.
9. Беллами Л. Новые данные по ИК спектрам сложных молекул. М., 1975. С. 146.
10. Pierre J. L., Chauteemps P. // *Tetrahedron Lett.* 1972. № 42. P. 4371.
11. Chauteemps P., Pierre J. L. // *Bull. Soc. Chim. France.* 1974. № 12. P. 2899.
12. Станншевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я. // *ЖОрХ.* 1970. Вып. 6. № 8. С. 1565.

УДК 541.183.5:543.70

С. А. МЕЧКОВСКИЙ, Л. М. ОВСЯНКО, Е. А. АКИНЧИЦ,
А. А. АБУГОФФА (ЛИВИЯ), О. О. ЗАВАДСКАЯ

СОРБЦИОННО-КОЛОРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА СЛЕДОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Важнейшим следствием работ по исследованию кинетики ионного обмена в селективных системах, где обмену сопутствуют химические реакции, является доказательство правомерности образования резкой подвижной границы в фазе сорбента [1]. Установлено, что для большинства таких систем скорость реакции намного выше скорости диффузии и влияние реакции на кинетику процесса может быть охарактеризовано равновесными параметрами. В приложении к обмену в динамических условиях можно постулировать формирование обостренного фронта зоны сорбированного компонента при сочетании трех факторов: высокой селективности обмена, обмена за счет химической реакции и снижения роли внутридиффузионного процесса. Последнее достигается применением сорбентов типа «оболочка-ядро», т. е. поверхностно-слоистых сорбентов.

Нами исследована возможность использования поверхностно-слоистых сорбентов, функционирующих по принципу обменного осаждения, для концентрирования, разделения и количественного определения следов тяжелых металлов на примере наиболее токсичных ионов металлов — ртути, свинца и кадмия. С этой целью было синтезировано три сорбента, в которых инертным носителем (ядром) служили гранулы оксида алюминия, а в качестве поверхностного сорбционно-активного слоя — сульфид цинка, гидроксид магния и основной карбонат магния (сорбенты А-SZ, А-МО и А-МОС соответственно).

Предварительными опытами было установлено, что при фильтровании через микроколонку с сорбентом А-SZ (диаметр 2 мм, высота

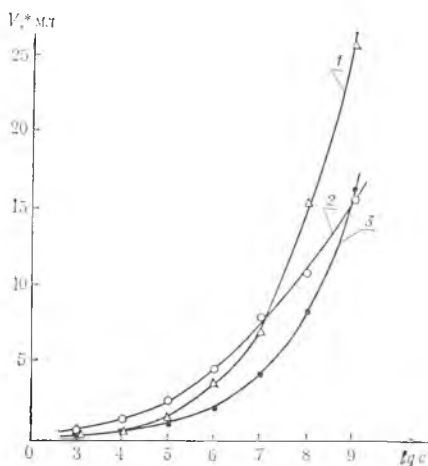


Рис. 1. Зависимость между объемом фильтруемого раствора и обратным логарифмом концентрации ионов кадмия (1), свинца (2), ртути (3)

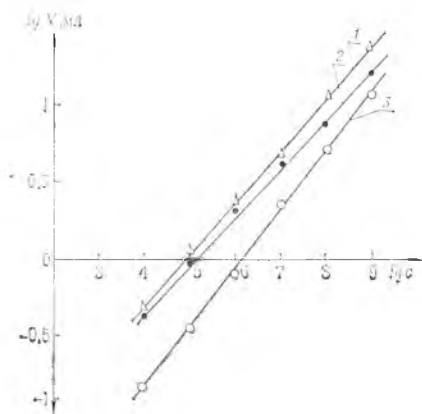


Рис. 2. Зависимость логарифма объема фильтруемого раствора от обратного логарифма концентрации ионов ртути при значениях pH 6 (1), 3 (2) и 2 (3)

10 мм) растворов солей ртути (II), свинца (II) или кадмия (II) в верхней части колонки образуется четко выраженная окрашенная зона черного или желтого цвета. Объем фильтруемого раствора, необходимый для появления наблюдаемой зоны, зависит от концентрации иона металла в растворе. Следовательно, возникновение окрашенной зоны в колонке можно рассматривать как аналитический сигнал.

На рис. 1 приведены графики зависимости объема V^* , соответствующего появлению сигнала, от обратного логарифма концентрации c ионов ртути, свинца и кадмия в растворе. Как видно, чувствительность величины V^* к изменению концентрации металлов проявляется в весьма широком интервале концентраций, от 10^{-3} до 10^{-9} моль/л. Этот интервал можно считать рабочей областью, в которой обеспечивается нахождение концентрации иона металла по измеренному значению V^* .

Если полулогарифмическая связь между c и V^* выражается кривой линией (что доставляет известные неудобства при градуировке), то в логарифмической форме зависимость между этими величинами прямая (рис. 2), т. е. описывается уравнением $\lg c = \lg V_0^* + n \lg V^*$, где V_0^* — объем фильтруемого раствора, отвечающий $c = 1$ моль/л, n — угловой коэффициент (тангенс угла наклона градуировочного графика). Необходимо отметить, что градуировочные графики в логарифмической форме представляют интерес для тех случаев анализа, когда предполагается изменение концентрации определяемого компонента в широком диапазоне. В приложении к конкретным объектам анализа, где изменение c ограничивается одним-двумя десятичными порядками, возможно использование соотношений $c_1/c_2 = V_1^*/V_2^*$ и $c_1 V_1^* = c_2 V_2^*$, где индексы 1 и 2 относятся к двум опытам, выполненным в идентичных условиях. Эти соотношения являются основными в титриметрическом анализе, что дает возможность отнести предлагаемый метод к числу разновидностей титриметрической хроматографии [2]. К нему применимо, на наш взгляд, название «метод индикации», поскольку существует аналогия с методами титриметрического анализа, в которых точка стехиометричности устанавливается на основе оценки той или иной физической величины.

Существует возможность нахождения концентраций ионов металлов по высоте окрашенной зоны колонки. В данном случае через колонку пропускается заданный объем (напр., 10 мл) исследуемого раствора со скоростью 1 мл/мин. Концентрация металла определяется путем сравнения со шкалой, приготовленной по стандартным растворам в идентичных

условиях (метод сравнения). Рабочая область концентраций по данному методу находится в пределах 10^{-3} — 10^{-6} моль/л.

Уровень воспроизводимости результатов определения концентраций металлов предлагаемыми методами существенно различается (рис. 3). Метод индикации характеризуется воспроизводимостью вполне удовлетворительной — относительные стандартные отклонения находятся в пределах 0,025—0,05. Особый интерес представляет тот факт, что воспроизводимость возрастает с уменьшением концентрации. Это крайне важно с точки зрения анализа микроэлементов. Для метода сравнения воспроизводимость заметно ниже. Стандартные отклонения изменяются в интервале 0,11—0,26, причем сильно возрастают с разбавлением раствора. Этот метод, как видно, следует отнести к числу полуколичественных методов анализа.

Оценка селективности исследуемых методов анализа, т. е. парциальной чувствительности по отношению к различным ионам металлов, в первом приближении возможна на основании сведений о растворимости продуктов, образующихся в фазе сорбента в результате обменного осаждения. Другие факторы, например, образование нейтральных комплексов в растворе между сорбируемым катионом и анионом осадка [3], следует учитывать при сравнимых величинах констант растворимости осадков конкурирующих в обменном процессе катионов. В нашем случае взаимные помехи могут возникать при наличии в анализируемом растворе смесей катионов, образующих окрашенные сульфиды, растворимость которых ниже растворимости сульфида цинка. Такие смеси следует разделять. Для этой цели могут быть использованы колонки с поверхностно-слоистыми сорбентами. Так, выделение кадмия из смеси мешающих катионов достигается с помощью микроколонки с сорбентом А-SZ. Смесь сначала сорбируется на колонке, затем из нее селективно элюируется кадмий раствором HCl (рис. 4). С помощью раствора HNO₃ элюи-

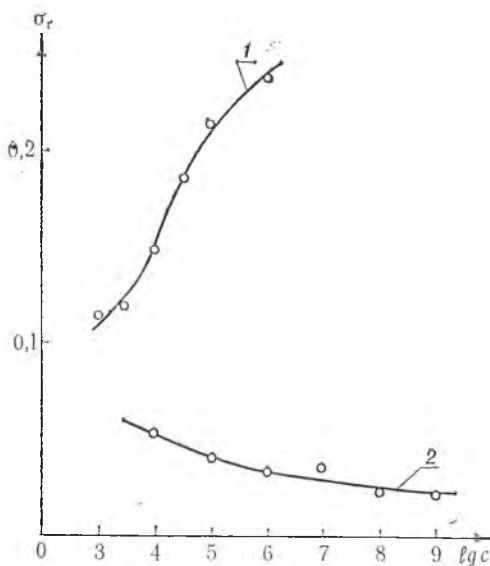


Рис. 3. Относительные стандартные отклонения при определении концентрации ионов ртути по методу сравнения (1) и методу индикации (2). $P = 0,95$, $n = 5$

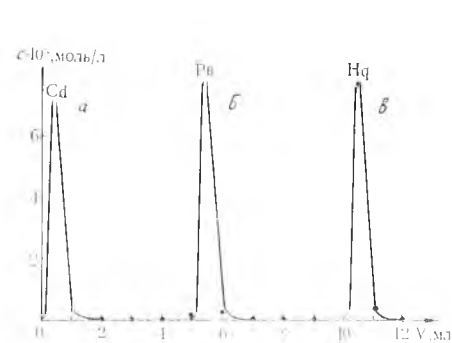
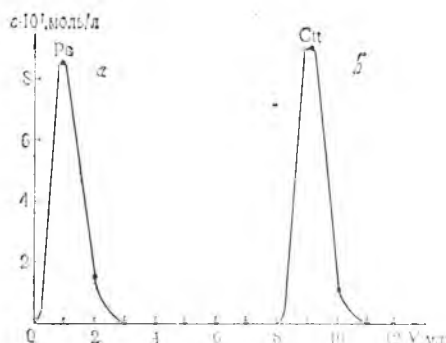


Рис. 4. Разделение ионов кадмия, свинца и ртути на сорбенте А = SZ. Элюенты: а — 1МHCl; б — 1МHNO₃; в — HCl, HNO₃ (копц.), 3 : 1

Рис. 5. Разделение ионов свинца и меди на сорбенте А-МО. Элюенты: а — 1МNaOH; б — 1МHCl



руется свинец совместно с другими металлами, сульфиды которых растворимы в HNO_3 , но нерастворимы в HCl . К ним относятся медь, олово, сурьма, мышьяк, висмут, серебро. На колонке при этом остается ртуть, сульфид которой в HNO_3 не растворяется. Десорбируется ртуть с помощью смеси концентрированных растворов HNO_3 и HCl (1 : 3).

Для выделения свинца из смеси металлов, полученной при разделении на А-SZ, нами использованы сорбенты А-МОС и А-МО. На микроколонке с А-МОС из этой смеси сорбируются только свинец (II) и медь (II). После их элюирования с помощью 0,5 мл 1 М HCl и нейтрализации элюата до pH 4—6 эти металлы сорбируются на колонке с А-МО, затем последовательно элюируются растворами NaOH и HCl (рис. 5).

Нами установлено, что на колонке А-SZ исследуемые ионы количественно (относительные стандартные отклонения не выше 0,05) извлекаются из растворов объемом 0,1—1 л при концентрациях 10^{-8} — 10^{-9} моль/л. Коэффициенты концентрирования достигают величин 10^3 — 10^4 .

Таким образом, с помощью системы микроколонок с поверхностно-слоистыми сорбентами обеспечивается выделение и количественное определение ионов ртути (II), свинца (II) и кадмия (II). Эти же колонки при необходимости могут быть использованы и в целях концентрирования.

Список литературы

1. Калинина А. И., Семеновская Т. Д., Колотинская Е. В. // Теория и практика сорбционных процессов. Воронеж, 1989. С. 4.
2. Алесковская В. Н., Чуглова К. П., Андреева Л. П. // Журн. аналит. химии. 1990. Т. 45. С. 611.
3. Артюхин П. И. // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. 1984. № 11. Вып. 4. С. 3.

УДК 621.793.3

В. П. БОБРОВСКАЯ, Н. М. БИРЮКОВА, В. Г. СОКОЛОВ

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО МАСКИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА

Одним из наиболее простых и перспективных методов изготовления фотошаблонов, используемых в производстве элементов и схем радио- и электронной аппаратуры, является метод, основанный на индуцированном лазерным излучением удалении маскирующего покрытия (лазерное гравирование). В настоящее время в качестве маскирующего покрытия (МП) наиболее широко используют слои хрома либо молибдена, полученные методом вакуумного напыления, а также оксида железа.

В [1, 2] показана возможность использования тонких (0,1—0,2 мкм) пленок никеля, получаемых методом химического осаждения из растворов, в качестве МП для изготовления фотошаблонов. Следует отметить, что существенным преимуществом метода химической металлизации по сравнению с методом вакуумного напыления металлов является более низкая стоимость получаемых металлических покрытий и отсутствие принципиальных трудностей при нанесении металлического слоя на подложки больших габаритов (до 500×600 мм²). Однако поскольку известные и используемые на практике в настоящее время ванны химического никелирования [3, 4] обладают высокой скоростью металлизации (10—20 мкм/ч)*, а толщина пленок, находящих применение в качестве маскирующих покрытий,—десятые доли микрона, возникает необходимость в подборе условий, обеспечивающих простоту управления (регулирование скорости, толщины и т. д.) процессом осаждения.

* Температура, при которой проводится осаждение никеля с указанной скоростью, составляет 70—80 °С.

Осаждение никеля проводили на стеклянные пластины, покрытые, по [2], пленкой гидроксида титана, легированного хлоридом палладия, выполняющей функцию адгезионного подслоя и матрицы для распределения катализатора — микрокристаллов палладия, которые образуются в процессе экспонирования пленки УФ светом. Объектом исследования служил раствор химического осаждения никеля, который содержит гипофосфит натрия в качестве восстановителя и может быть использован в технологии изготовления никелевых маскирующих покрытий для фотошаблонов [2]. В качестве лигандов использовали ацетат-ионы. Отношение $C_{CH_3COO^-} : C_{Ni(II)} = 5 : 1$. Следует отметить, что, согласно литературным данным [3], никелевые растворы, содержащие в своем составе ацетат-ионы, обладают наибольшей буферной емкостью.

Кинетические кривые ($D/f(t)$) каталитического осаждения никеля под действием гипофосфита натрия снимали в условиях, когда изменялась концентрация одного компонента раствора при фиксированных значениях концентраций других и при постоянном pH. Оптическую плотность измеряли на денситометре ДП-1. Различия в значениях D для образцов пленок, полученных в одинаковых условиях, не превышали 10%. Исследование показало, что существует линейная зависимость между оптической плотностью (D) слоя химически осажденного никеля (в интервале значений от 0 до 3) и массой металла на единице площади подложки.

Контроль за изменением фазового состава Ni-P-покрытий, исходных и термообработанных при 250—400 °С, осуществляли с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре «Дрон-3,0». Кроме того, использовали метод сканирующей калориметрии: объекты исследования подвергали постоянному (скорость нагрева 10° в мин) нагреву от 25 до 500 °С в ячейке DSC-20 термоанализатора TA-3000 фирмы «Mettler» в условиях стационарной воздушной атмосферы и в атмосфере инертного газа (аргон).

Для определения механической прочности покрытий использовали метод истирания согласно ОСТ 03-1901-73. Адгезионную прочность измеряли на адгезиометре АДГ-3. Содержание фосфора в покрытии анализировали атомно-эмиссионным методом с помощью кварцевого спектрографа ИСП-28. Коэффициент отражения направленного светового потока от поверхности исследуемого образца измеряли с помощью блескомера ФБ-2. В качестве эталона использовали серебряное зеркало.

Была изучена зависимость индукционного периода τ_{in} и скорости осаждения (V) никеля от концентрации компонентов никель-гипофосфитного раствора. Установлено, что с увеличением концентрации соли никеля в растворе от 0,02 до 0,08 моль/л индукционный период уменьшается, а скорость осаждения линейно возрастает (рис. 1).

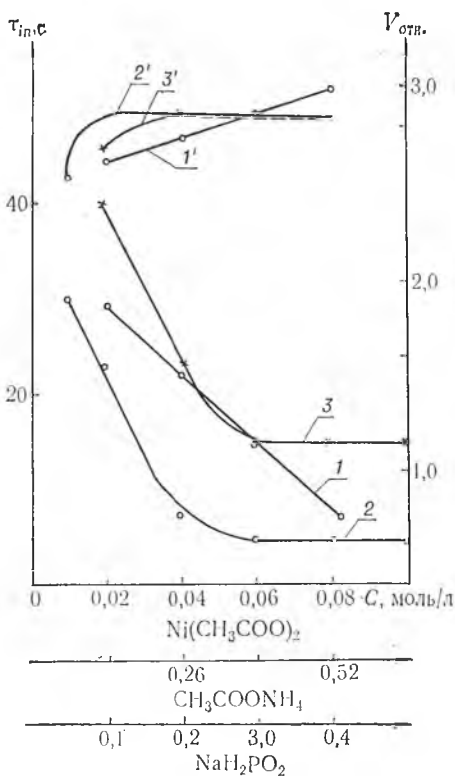


Рис. 1. Зависимость индукционного периода (1—3) и скорости осаждения никеля (1'—3') при $t = 50^\circ\text{C}$ и $\text{pH} = 6,0 \pm \pm 0,1$ от концентрации компонентов в растворе:
1, 1' — $Ni(CH_3COO)_2$; 2, 2' — CH_3COONH_4 ; 3, 3' — NaH_2PO_2 .

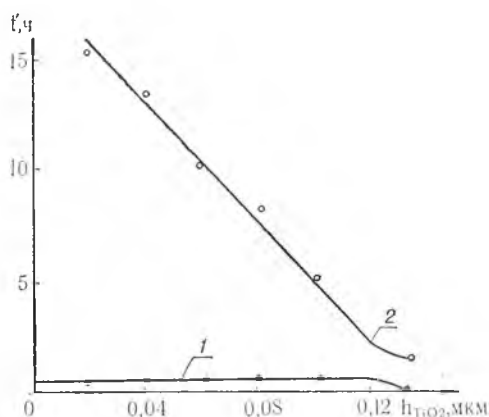


Рис. 2. Зависимость механической прочности (устойчивости к истиранию t') маскирующего покрытия от толщины каталитического слоя:

1) до термообработки; 2) после термообработки ($t = 350^\circ\text{C}$, время прогрева 30 мин)

Электрическое сопротивление Ni-P-покрытий на стекле

Время химического осаждения никеля, мин	Толщина покрытия, мкм	Удельное объемное сопротивление, $\rho \cdot 10^7$ Ом·м
2,0	0,1	300,0
3,5	0,2	100,0
4,0	0,3	50,0
5,0	0,4	10,0
6,5	0,5	6,0
10,0	0,6	3,0

С ростом концентрации гипофосфита натрия от 0,1 до 0,5 моль/л индукционный период уменьшается, причем зависимость τ_{in}/C нелинейная; скорость осаждения никеля увеличивается, достигая максимума при концентрации 0,2 моль/л, а затем остается практически неизменной. С увеличением концентрации ацетата аммония в интервале 0,065—0,5 моль/л, выполняющего в растворе двойную роль — лиганда и буфера, зависимость τ_{in} и V осаждения от концентрации аналогична описанной выше (рис. 1).

С учетом зависимостей, полученных в исследовании, показано, что из слабокислого ($\text{pH } 6,0 \pm 0,1$) раствора химического осаждения никеля, содержащего (моль/л): $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} - 6 \cdot 10^{-2}$; $\text{CH}_3\text{COONH}_4 - 2,6 \cdot 10^{-1}$, $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 2 \cdot 10^{-4}$, при температуре 50°C осаждается равномерное покрытие с приемлемой скоростью ($\geq 3,5-4,0$ мкм/ч), которое, как показали результаты атомно-эмиссионного анализа, содержит 5,3 вес.% фосфора.

При прогреве ($t = 350^\circ\text{C}$, время = 30 мин) никелевого маскирующего покрытия адгезионная и механическая прочность его (устойчивость к истиранию) резко возрастают (рис. 2) до уровня износоустойчивости твердого хрома. Следует отметить, что износоустойчивость существенно зависит от толщины каталитического слоя. Максимальные значения адгезионной прочности (≥ 200 Н/м) и износоустойчивости достигаются при формировании маскирующего покрытия на тонком (0,01—0,04 мкм) каталитическом слое (рис. 2). Нами установлено, что при следующих условиях формирования слоев никеля: температура осаждения 50°C , время осаждения 4—5 мин, температура прогрева покрытия 350°C , время прогрева 30 мин — достигаются необходимые, отвечающие требованиям [6, 7], предъявляемым к маскирующим покрытиям, значения адгезионной прочности (более 200 Н/м), износоустойчивости (на уровне износоустойчивости твердого электролитического хрома), оптической плотности (более 3), дефектности* (не более 2—3 дефектов типа «прокол» на дм^2) и коэффициента отражения (50—60%), который может быть снижен путем изменения условий формирования покрытия до 1,5—2%. Электрическое сопротивление Ni-P-пленок зависит от их толщины (см. таблицу): при увеличении толщины пленки от 0,1 до 0,6 мкм ρ уменьшается на два порядка. При прогреве ($T = 350^\circ\text{C}$, $t = 30$ мин) сопротивление пленок

* Дефектность покрытия оценивали с помощью измерительного микроскопа типа «МБС-10» с увеличением $56\times$.

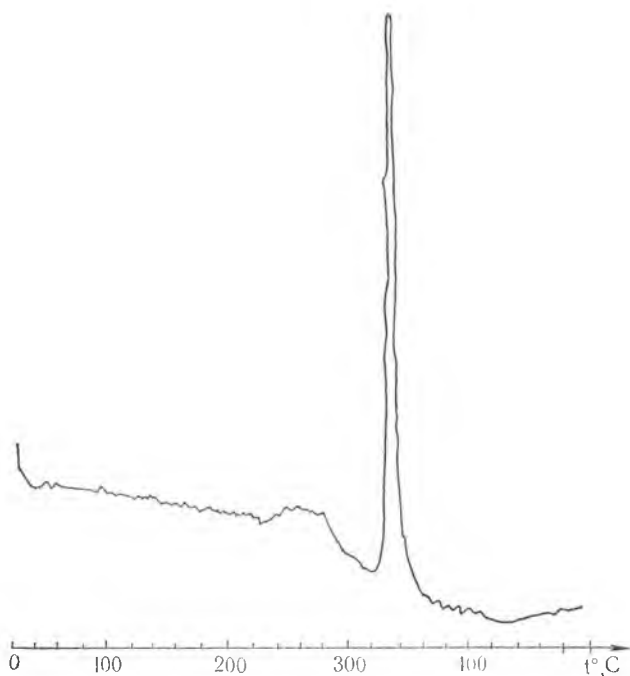


Рис. 3. Кривая дифференциальной сканирующей калориметрии Ni-P-покрытия

(толщиной 0,6 мкм) уменьшается до $1,5 \cdot 10^{-7}$ Ом · м, что связано, по-видимому, с протеканием процессов упорядочения кристаллической решетки.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что свежесажженные никелевые покрытия рентгеноаморфны. В процессе термообработки до 250—270 °С степень кристалличности практически не изменяется. Размытый пик, который получен на спектре DSC в интервале температур 250—270 °С (рис. 3), по-видимому, соответствует удалению из покрытия водорода, адсорбированного по границам зерен в местах структурных несовершенств покрытия [8]. При дальнейшем повышении температуры (≥ 350 °С), согласно литературным данным [3], в сплаве Ni-P происходит перераспределение атомов в решетке твердого раствора, связанное с движением вакансий. Этот процесс способствует инициированию распада твердого раствора с образованием новых фаз — интерметаллических соединений. Выделение интерметаллического соединения (по данным рентгенофазового анализа Ni_3P_2) происходит в интервале температур 320—350 °С и сопровождается экзотермическим эффектом.

Таким образом, из разработанного нами состава никель-гипофосфитного раствора осаждаются маскирующие покрытия — сплавы никеля с 5 %-ным содержанием фосфора, хорошо сцепленные с основой, отличающиеся повышенной износоустойчивостью. Однако следует отметить, что получение покрытий из сплава никель-фосфор с заданными физико-механическими свойствами при длительном и многократном использовании раствора возможно только при условии его корректировки, т. е. поддержания постоянства концентраций отдельных компонентов раствора, жесткого выдерживания температуры и pH. Нами разработана методика [9] и определены условия корректирования данного раствора по основным компонентам (никель (II), гипофосфат натрия, pH), что позволяет увеличить время его эксплуатации (с 4 ч до 4 сут) и при этом осаждать покрытия с воспроизводимыми физико-механическими характеристиками.

Список литературы

1. Хоперия Т. Н. Химическое никелирование неметаллических материалов. М., 1982.
2. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Бранцкий Г. А., Соколов В. Г. // Тез. докл. конф. по теоретич. основам технологии нанесения химических покрытий из металлов и сплавов. Киев, 1988. С. 14.
3. Свиридов В. В., Воробьева Т. Н., Гасевская Т. В., Степанова Л. И. Химическое осаждение металлов из водных растворов. Мн., 1987.
4. Горбунова К. М., Никифорова А. А. Физико-химические основы процесса химического никелирования. М., 1960.
5. Саранов Е. И., Булатов Н. К., Мокрушин С. Г. // Журн. физ. химии. 1967. Т. 41. № 3. С. 786.
6. Белов Н. И., Рубцов К. Н. и др. // Электронная промышленность. 1975. № 10. С. 65.
7. Костаньян М. Г. // Обзоры по электронной технике. М., 1980.
8. Горбунова К. М., Иванов М. В. // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева. 1988. Т. 33. № 2. С. 157.
9. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Соколов и др. // Эксплуатация и корректировка раствора химического осаждения никеля. Деп. в ВИНТИ 18.10.89. № 858-89.

УДК 535.37

В. П. ПОРОШКОВ, Н. И. КУНЦЕВИЧ, Е. И. ВАСИЛЕВСКАЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА

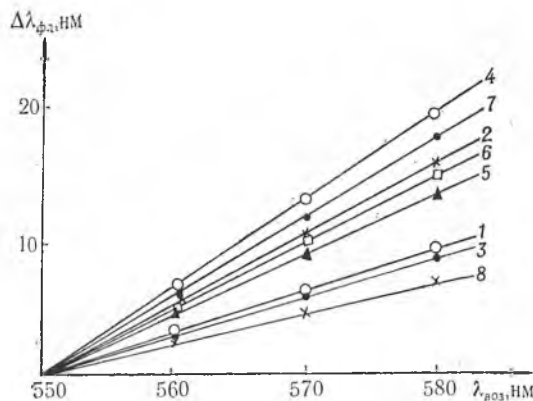
Известно [1], что энергетическая неоднородность поверхности полупроводника приводит к неоднородному уширению спектров флуоресценции адсорбированных молекул красителей, которое можно фиксировать по сдвигу максимума флуоресценции при изменении длины волны возбуждения. Ранее нами исследовано [2] неоднородное уширение спектра флуоресценции 2,2-дифтор-4-(4'-диметиламиностирил)-нафто-(2,1-е)-1,3,2-диоксаборина (Кр), адсорбированного на поверхности гидролитических пленок TiO_2 , модифицированных органическими кислотами и нитратом серебра.

В данной работе приведены результаты спектрально-люминесцентного исследования свойств систем на основе аморфных гидролитических пленок TiO_2 , модифицированных парафенилендиамином (I), N,N-диметилпарафенилендиамином (II), N,N-диметилпарафенилендиамином дигидрохлоридом (III), ионами серебра. Исследовавшиеся системы, как показано в [3], отличались по своей активности в фотографическом процессе с физическим серебряным проявлением. Пленки готовили гидролитическим осаждением TiO_2 из 5%-го раствора полибутилтитаната (ТУ-6-09-2647-75) в третбутаноле (ч. д. а.) на стеклянную или кварцевую плоскопараллельную пластинку с последующим высушиванием на воздухе. Модифицирующие агенты наносили на пленку путем адсорбции из водных растворов с концентрацией 10^{-4} — 10^{-6} моль/л в течение 5 мин при комнатной температуре.

Используемые модификаторы очищали перегонкой при пониженном давлении или перекристаллизацией. Адсорбцию Кр проводили в течение 5 мин из раствора в хлористом метиле, ацетоне или толуоле с концентрацией 10^{-3} моль/л. Спектры поглощения образцов записывали на спектрофотометре UV-5270 «Бескман», а спектры флуоресценции — на спектрофлуорометре «Fica-55» ($\Delta\lambda_{\text{воз}} = 7,5$ нм, $\Delta\lambda_{\text{рег}} = 7,5$ нм). Спектрально-люминесцентные свойства растворов Кр описаны в [4] и, как показало наше исследование, не изменяются при добавлении в раствор исследуемых модификаторов.

Неоднородное уширение спектров флуоресценции адсорбированных молекул красителей можно количественно характеризовать величиной константы неоднородного уширения ($K_{\text{н.у.}}$), равной отношению измене-

ния длины волны максимума флуоресценции ($\Delta\lambda_{\text{фл}}$) к изменению длины волны возбуждения ($\lambda_{\text{воз.}}$). Модифицирование поверхности TiO_2 парафенилендиамином и его производными в условиях, позволяющих получить по данным [3] наибольший рост величины фотографической чувствительности в процессе с физическим проявлением, приводит к увеличению тангенса угла наклона зависимости $\Delta\lambda_{\text{фл}}$ от $\lambda_{\text{воз.}}$ (см. рисунок) и, следовательно, повышению $K_{\text{п.у.}}$. Это свидетельствует об увеличении энергетической неоднородности пленок TiO_2 при модифицировании аминами по сравнению с исходными системами.



Зависимость сдвига максимума полосы флуоресценции ($\lambda_{\text{фл}}$) от длины волны возбуждения для красителя Кр, адсорбированного на поверхности пленок диоксида титана: немодифицированной (1), модифицированной парафенилендиамином (2, 3), N,N -диметилпарафенилендиамином (4, 5), N,N -диметилпарафенилендин дигидрохлоридом (6, 7) и ионами серебра (3, 5, 7, 8).

Адсорбция ионов серебра на поверхности немодифицированной пленки TiO_2 приводит к снижению энергетической неоднородности поверхности (см. рисунок).

Дополнительная обработка нитратом серебра поверхности пленок, модифицированных аминами I — III, приводит как к выравниванию энергетической неоднородности поверхности TiO_2 (для аминов I и II), так и к ее увеличению в случае соединения III по сравнению со слоями, не содержащими серебра (см. рисунок). Облучение пленок TiO_2 , содержащих адсорбированные ионы Ag^+ , приводит к образованию центров фотолитического серебра. Согласно [5], при совместной адсорбции на поверхности амина II и соли серебра между ними возможна окислительно-восстановительная реакция, приводящая к образованию катион-радикала семихинона N,N -диметилпарафенилендиамина, хорошо известного как красный Вюрстера, и восстановлению ионов Ag^+ . Аналогичный процесс возможен и при совместной адсорбции на поверхности амина I и соли серебра. В случае же пленок TiO_2 , модифицированных соединением III и ионами Ag^+ , возможно взаимодействие Ag^+ с галогенид-ионами диамина с образованием хлорида серебра. Различие в природе продуктов, образующихся в результате поверхностных реакций, может служить причиной противоположного изменения энергетической неоднородности поверхности TiO_2 при использовании различных модификаторов.

В заключение необходимо отметить, что химическое модифицирование поверхности TiO_2 модификаторами различных типов приводит к изменению энергетической неоднородности поверхности, что, в свою очередь, оказывает влияние на активность указанных систем в фотохимических процессах, в частности в фотографическом процессе с физическим проявлением.

Список литературы

1. Дрозд В. Е., Левшин Л. В., Плотников Г. С., Салецкий А. М. // ЖПС. 1984. Т. 41. № 4. С. 575.
2. Василевская Е. И., Кунцевич Н. И., Порошков В. П. // Тез. докл. VI Всесоюз. совещ. по фотохимии. Новосибирск, 1989. Т. 2. С. 285.
3. Порошков В. П. // Закономерности химических реакций с участием твердых тел: Тез. докл. IV конф. молодых ученых-химиков. Мн., 1988. С. 73.
4. Васильев Н. Н., Гореленко А. Я., Калоша Н. И. и др. // ЖПС. 1985. Т. 42. № 1. С. 51.
5. Джеймс Т. Х. Теория фотографического процесса. Л., 1980. С. 672.



УДК 574.52+504.455.058(476.1)

А. П. ОСТАПЕНЯ, Т. В. ЖУКОВА, А. Ф. ОРЛОВСКИЙ

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ВНЕШНЕЙ БИОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР

В связи с проблемой антропогенного эвтрофирования оз. Нарочь необходимо представление об источниках поступления в озеро биогенных элементов, в частности соединений фосфора. Первые оценки внешней биогенной нагрузки озера Нарочь, Мястро, Баторино, основанные на наблюдениях за содержанием азота и фосфора в воде основных притоков и атмосферных осадках, сделаны в конце 70-х — начале 80-х гг. и составили для фосфора соответственно 0,04, 0,12 и 0,25 г/м²·год [1, 2]. Для оз. Нарочь близкое значение (0,07 гР/м²·год) приводится в работе [3]. Необходимость дальнейших разработок рациональных мер природопользования в бассейне оз. Нарочь заставляет более детально рассмотреть вопрос о нагрузке озера основным эвтрофирующим элементом — фосфором.

Оценка отдельных путей поступления фосфора в водоемы и их относительный вклад возможны как на основе натурных наблюдений, так и расчетным путем. Последний основан на знании структуры водосбора и эмпирических коэффициентов выноса фосфора из различных источников. Обоснованность подобных расчетов показана для оз. Ильмень [4], Ладожского озера [5], оз. Аттензее в Австрии [6] и др. Подходы, примененные в этих работах, а также обзоры [7, 8] положены в основу данного исследования.

Для озера Нарочанской группы оценено поступление фосфора с водосборной территории с выделением в ней неосвоенных земель (леса, луга, болота) и сельскохозяйственных угодий с учетом животноводческих комплексов. Эвтрофирующее влияние населенных пунктов рассчитано через поступление на водосбор бытовых сточных вод и ливневого стока с территорий. Учтено также поступление фосфора с атмосферными осадками непосредственно на акваторию озера, а для оз. Нарочь и нагрузка за счет рекреации.

Водосбор озера Нарочанской группы составляет без площади водоемов около 18 тыс. га, 40,7% занимают леса преимущественно хвойных пород, 9,4% — луговая растительность, 4,2% — болота и 45,7% — сельскохозяйугодья [9]. В пределах водосбора расположен г. п. Мядель с населением свыше 8 тыс. человек, к. п. Нарочь (2,1 тыс. человек) и 37 сельских населенных пунктов, где проживает около 3,8 тыс. человек. На побережье оз. Нарочь расположено 12 рекреационных учреждений, где ежегодно отдыхает 120—130 тыс. человек. В летнее время в курортной зоне проживает дополнительно около 1 тыс. отдыхающих.

Сток фосфора с неосвоенных территорий колеблется от 0,02 до 0,14 кгР/га·год [7, 8, 10]. На частных водосборах озера Нарочь, Мястро и Баторино на долю лесных, луговых и заболоченных угодий по уточненным данным приходится 3745, 2840 и 5264 га, отсюда сток фосфора равен

соответственно 0,07—0,52; 0,06—0,40 и 0,11—0,74 тР/год (в целом для водосбора 0,24—1,66 тР/год).

Площади сельхозугодий в водоохранной зоне оз. Нарочь в настоящее время составляют 5622 га (на частных водосборах озер Нарочь, Мястро и Баторино соответственно 29,11 и 60 %).

Согласно эмпирической зависимости, полученной для Эстонии [10], вынос фосфора с распаханных земель равен 25,5 кг/км²·год. Это дает величины выноса, равные 0,41 (Нарочь), 0,16 (Мястро) и 0,87 (Баторино) тР/год (в целом для водосбора 1,44 тР/год).

По данным, приведенным в работе [3], в Нарочанском регионе на 1 га сельхозугодий вносится 40—60 кг фосфора и примерно 1 % этого количества теряется с водным стоком. Полученные отсюда величины выноса фосфора для водосбора в целом равны 2,25—3,37 тР/год, для частных водосборов озер Нарочь, Мястро и Баторино соответственно — 0,64—0,96; 0,25—0,37 и 1,36—2,04 тР/год.

На территории водосбора в настоящее время расположено восемь не подлежащих выносу животноводческих комплексов с общим поголовьем свиней 4250, крупного рогатого скота — 3195. Фермы оборудованы прудами-отстойниками сточных вод и навозохранилищами.

Содержание фосфора в экскретах домашних животных по данным различных авторов колеблется от 2,02 до 4,40 (свиньи) и от 7,65 до 16,5 (крупный рогатый скот) кг/гол · год [5]. Отсюда годовое поступление фосфора с животноводческих комплексов составляет 33,03—71,42 тР, в том числе на частные водосборы озер Нарочь и Баторино — 6,11—13,20 и 26,92—58,22 тР/год. Речь идет о нагрузке фосфором на водосбор, в озера же поступает лишь некоторая часть этого количества. По данным литературы, в водоемы выносятся от 0,4 до 10 % (чаще встречается величина 1,5—2,5 %) фосфора, поступающего в почву с органическими и минеральными удобрениями [3, 5, 8]. Исходя из этого, можно предположить, что в озера Нарочь и Баторино попадает 1—3 % от рассчитанных выше величин, или 0,06—0,40 и 0,27—1,75 тР/год.

Для оз. Нарочь существуют оценки склонового стока биогенных веществ с прилегающей территории площадью около 1300 га [11]. Для общего фосфора эта величина составляет около 70 кг/год.

С коммунальными стоками за год в расчете на одного человека выносятся от 0,5 до 1,5 кг фосфора [7, 8]. В различных по численности и степени благоустройства населенных пунктах при водопользовании от 50 до 300 л/чел · сут вынос фосфора колеблется от 0,6 до 3,5 гР/чел · сут [5]. Нами были использованы данные для поселков городского и сельского типов (соответственно 1,8 и 0,6 гР/чел · сут). Учитывалось, что доля сельского населения на частных водосборах озер Нарочь, Мястро и Баторино составляет 53, 18 и 29 %, примерно половина г. п. Мядель благоустроена и его очистные сооружения расположены на водосборе оз. Баторино, а бытовые стоки к. п. Нарочь и рекреационных учреждений выведены за пределы водосбора. Рассчитанная отсюда нагрузка водосборов озер Нарочь, Мястро и Баторино составила соответственно 0,44, 1,03 и 2,88 тР/год (в целом для водосбора 4,35 тР/год). Как и в случае с животноводческими комплексами, нагрузка на водоемы принята равной 1—3 % и составила 0,004—0,01 (Нарочь), 0,01—0,03 (Мястро) и 0,03—0,09 (Баторино) тР/год (в целом на систему озер 0,04—0,13 тР/год).

Смыс с ливневым стоком с территорий г. п. Мядель, к. п. Нарочь, деревень, расположенных на берегах озер, и рекреационных учреждений побережья принят равным 5—10 % от количества фосфора, поступающего с коммунальными сточными водами [5]. В целом для экосистемы эта величина составила 0,25—0,49 тР/год, в том числе для оз. Нарочь — 0,07—0,13, оз. Мястро — 0,18—0,36 и оз. Баторино — 0,001—0,003 тР/год.

Поступление фосфора с атмосферными осадками в Нарочанские озера оценено ранее [1, 2, 12]. В зависимости от количества осадков на гектар акватории в регионе оз. Нарочь выпадает от 0,15 до 0,27 кгР/год.

По данным литературы эта величина колеблется от 0,06 до 1,02 кг/га·год [8]. С учетом площадей озер Нарочь, Мястро и Баторино (соответственно 79,6, 13,1 и 6,3 км²) годовое поступление фосфора в них равно 1,19—2,15; 0,20—0,35 и 0,09—0,17 тР (в целом в систему озер — 1,48—2,67 тР/год).

Существенным фактором эвтрофирования озер являются зоны рекреации, от благоустройства которых зависит уровень поступления биогенных веществ в водоемы. Источниками эвтрофирования являются попадающие в воду продукты диссимилиации организма человека, смыв кожных выделений и солнцезащитных средств, пищевые отходы и прикорм водоплавающих птиц, усиление выноса биогенных веществ из донных отложений при взмучивании зоны мелководья, а также изменение поверхностного стока в результате уплотнения почвенно-растительного покрова на побережье водоемов. Сюда же следует отнести ливневый сток с территории рекреационных учреждений.

Количественная оценка биогенной нагрузки за счет рекреации методически затруднительна. Приблизительную оценку этого потока можно получить из следующих предпосылок.

По экспериментальным данным [3, 13] за день от одного купающегося в воду поступает 94—106 мг фосфора (с кожными выделениями и продуктами диссимилиации). Принимая, что число отдыхающих в летнее время на берегах оз. Нарочь составляет одновременно 11—12 тыс. человек, а купальный сезон длится 60—100 дней, получаем, что в озеро может поступить 0,06—0,13 тР/год. С ливневыми стоками из зон рекреации поступает еще 0,01—0,02 тР/год. Уместно предположить, что в действительности этот поток выше не менее чем в 2—3 раза, что увеличивает верхний предел рекреационной нагрузки до 0,45 тР/год.

Понимая условность приведенных оценок отдельных потоков, рассчитаем внешнюю биогенную нагрузку озер Нарочь, Мястро и Баторино и экосистемы Нарочанских озер в целом (см. табл. 1). Поступление фосфора в Мястро из Баторино и в Нарочь из Мястро принято равным половине соответствующей фосфорной нагрузки [1]. В расчетах неучтенным осталось поступление фосфора с грунтовыми водами, на долю которых приходится около 10 % приходной части водного баланса озер Мястро и Нарочь.

Как видно из табл. 1, за год в экосистему Нарочанских озер поступает от 4 до 11 т фосфора, в том числе в оз. Нарочь 2,59—6,65 т, в оз. Мястро — 1,30—3,91 т, в оз. Баторино — 1,37—4,79 т, что, с учетом площадей, определяет внешнюю фосфорную нагрузку порядка 0,03—0,08

Таблица 1

Поступление фосфора в экосистему Нарочанских озер

Источники поступления, тР/год	Нарочь	Мястро	Баторино	Экосистема в целом
Поверхностный сток с водосбора:				
неосвоенные территории	0,07—0,52	0,06—0,40	0,11—0,74	0,24—1,66
сельхозугодья	0,41—0,96	0,16—0,37	0,87—2,04	1,44—3,37
животноводческие комплексы	0,06—0,40	0	0,27—1,75	0,33—2,15
склоновый сток	0,07	—	—	0,07
бытовые стоки	0,004—0,01	0,01—0,03	0,03—0,09	0,04—0,13
ливневый сток	0,07—0,13	0,18—0,36	0,001—0,003	0,25—0,49
Атмосферные осадки	1,19—2,15	0,20—0,35	0,09—0,17	1,48—2,67
Сток из верхнего озера	0,65—1,96	0,69—2,40	0	—
Рекреационная нагрузка	0,07—0,45	—	—	0,07—0,45
Итого:	2,59—6,65	1,30—3,91	1,37—4,79	3,92—10,99

Таблица 2

Роль отдельных источников фосфора в формировании
внешней фосфорной нагрузки Нарочанских озер

Источник поступления, тР/год	Нарочь	Мястро	Баторино
Фоновое поступление:			
с неосвоенных территорий на частном водосборе	0,07—0,52	0,06—0,40	0,11—0,74
фоновое поступление с сельхозугодий	0,03—0,22	0,01—0,09	0,07—0,48
поступление со стоком из вышележащего озера	0,08—0,55	0,09—0,61	0
склоновый сток	0,04—0,04	—	—
Поступление за счет сельскохозяйственной деятельности на водосборе:			
с сельхозугодий на частном водосборе	0,38—0,74	0,15—0,28	0,80—1,56
с животноводческих комплексов	0,06—0,40	0	0,27—1,75
поступление со стоком из вышележащего озера	0,34—0,97	0,54—1,66	0
склоновый сток	0,04—0,04	—	—
Атмосферные осадки:			
выпадающие непосредственно на акваторию	1,19—2,15	0,20—0,35	0,09—0,17
поступающие со стоком из вышележащего озера	0,12—0,22	0,05—0,09	0
Коммунальные сточные воды:			
бытовые и ливневые стоки с частного водосбора	0,07—0,14	0,19—0,39	0,03—0,09
поступление со стоком из вышележащего озера	0,10—0,22	0,01—0,04	0
Рекреационная нагрузка	0,07—0,45	—	—
Итого:	2,59—6,65	1,30—3,91	1,37—4,79

(Нарочь), 0,10—0,30 (Мястро) и 0,22—0,76 (Баторино) гР/м²·год. Эти величины близки к результатам натурных наблюдений (соответственно 0,04—0,07; 0,12 и 0,25 гР/м²·год) [1, 2, 11].

В табл. 2 представлена попытка оценить роль основных источников в формировании внешней фосфорной нагрузки Нарочанских озер. Выделено фоновое поступление, под которым понимается сток фосфора с относительно малоосвоенных и ненарушенных территорий. Влияние сельскохозяйственной деятельности на водосборе оценено по превышению величин выноса фосфора с сельхозугодий и животноводческих комплексов над фоновыми значениями. Склоновый сток в оз. Нарочь поделен поровну между фоновым поступлением и антропогенной деятельностью на водосборе. Выделены атмосферные осадки, выпадающие на акваторию озер, поступление с коммунальными сточными водами (бытовые сточные воды и ливневый сток) и рекреационная нагрузка. Вынос фосфора за счет указанных источников со стоком из вышерасположенного озера принят равным половине от соответствующих величин поступления [1]. Фоновое поступление в оз. Нарочь составляет 8—20% современной фосфорной нагрузки, с атмосферными осадками поступает 36—51%, за счет сельскохозяйственной деятельности на водосборе — около 32%, с коммунальными сточными водами — 5—7%, за счет рекреации — 3—7%. В озерах Мястро и Баторино фоновое поступление составляет соответственно 12—28 и 13—25%, сельскохозяйственные стоки — 50—53 и 69—78%, атмосферные осадки — 11—19 и 4—7%, коммунальные стоки — 11—15 и около 2% от общей фосфорной нагрузки.

Озера Нарочанской группы вместе с их водосборами представляют

собой единую экологическую систему, любые изменения и нарушения в которой будут иметь отклик в конечном звене системы — оз. Нарочь [14]. Вследствие морфологических и ландшафтных особенностей (сравнительно большая площадь водного зеркала — 80 км² и малая величина удельного водосбора — 3,5) основным источником внешней фосфорной нагрузки оз. Нарочь являются атмосферные осадки (до 40—50% общей нагрузки), приблизительно 25—30% поступает из вышележащих озер, остальные — с частного водосбора. В озерах Баторино и Мясстро аккумулируется до 70% биогенного стока с водосбора, что определяет их существенную роль в обеспечении и поддержании высокого качества воды оз. Нарочь.

Список литературы

1. Жукова Т. В. Роль биогенных веществ в биотическом круговороте и евтрофировании Нарочанских озер: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1987. С. 24.
2. Жукова Т. В. // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25. № 4. С. 24.
3. Романов В. П. Формирование стока биогенных веществ в малые озера из рассеянных источников: На примере Белорусского Поозерья: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Мн., 1985.
4. Агаркова С. П., Гусаков Б. Л., Расплетина Г. Ф. // Материалы VI Всесоюз. симпоз. по совр. проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. Таллин, 1979. Ч. 1. С. 50.
5. Расплетина Г. Ф., Гусаков Б. Л. // Антропогенное эвтрофирование Ладожского озера. Л., 1982. С. 222.
6. Moog O. // Conserv. and Manag. Lakes. Budapest, 1986. P. 87.
7. Шилькрот Г. С. // Итоги науки и техники: Общая экология. Биоэкология. Гидробиология. Антропогенное эвтрофирование водоемов. М., 1975. Т. 2. С. 61.
8. Holtan H., Kamp-Nielsen L., Stuanes A. O. // Hydrobiologia. 1988. V. 170. P. 19.
9. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Красовский Е. Л. Рекреационные ресурсы бассейна Нарочи и их использование. Мн., 1989. С. 217.
10. Вельнер Х. А., Лойгу Э. О., Марксоо П. А. // Тез. докл. III Всесоюз. симпоз. по антропогенному эвтрофированию природных вод. М., 1983. сент. Черноголовка, 1983. С. 215.
11. Хох Н. Я., Романов В. П. // Влияние хоз. деятельности на природу Белоруссии. Мн., 1981. С. 27.
12. Емельянов Ю. Н., Остапеня А. П., Жукова Т. В., Карабанович В. С. // Там же. С. 21.
13. Schulz L. // Zbl. Bacteriol., Mikrobiol. und Hygiene. 1981. V. 173. № 6. P. 528.
14. Остапеня А. П., Павлютин А. П., Жукова Т. В. // Экологическая система Нарочанских озер. Мн., 1985. С. 263.

УДК 595.324.2 : 591.133(470.22)

Н. Г. ЕРЕМОВА

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ К ТЕМПЕРАТУРЕ В ПЕРИОД ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДАФНИЙ

Эмбриогенез ракообразных относительно хорошо изучен с точки зрения влияния температуры на продолжительность развития [1, 2]. Однако нам не известны работы, касающиеся определения скорости потребления кислорода на разных стадиях эмбриогенеза у планктонных раков. Физиологические процессы в эмбриогенезе качественно отличаются от всего остального онтогенеза. В этот период важное значение имеют процессы морфогенеза систем органов, ведущие к качественному преобразованию заложенной в яйце энергии. Знание процессов, происходящих в это время, важно для установления закономерностей в соотношении роста и развития при определенных температурах, а также для того, чтобы оценить условия для увеличения продукции особей.

Материал и методика

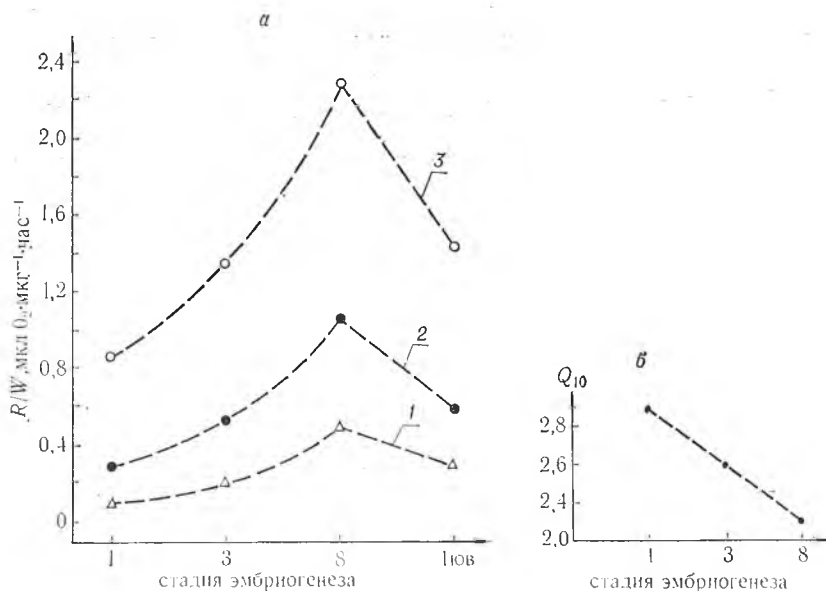
Изучение скорости метаболизма эмбрионов дафний проводилось на акклиматизированных к константным температурам 10, 20 и 30 °С животных.

Срок акклимации, в среднем 2—3 недели, варьировал в зависимости от температуры. Животные (материнская культура) содержались в литровых стаканах с небольшой плотностью посадки: 5—10 экз./л. Кормом служила монокультура хлореллы в концентрации 1 млн клеток/мл.

Скорость потребления кислорода определяли методом блокированных картезианских поплавков с объемом газовой фазы до 20 млк. Изучались эмбрионы трех стадий развития [3]: 1 — недробящееся яйцо; 2 — морфогенез головы (3-я стадия эмбриогенеза по Грину); 3 — сформированный зародыш (8-я стадия развития по Грину). Вес эмбрионов рассчитывали по формуле сферы на 1-й стадии развития и по формуле эллипсоида вращения у эмбрионов 3 и 8-й стадий развития. Полученный экспериментальный материал дал возможность определить скорость эмбрионального развития в диапазоне температур 10—30 °C.

Результаты и их обсуждение

На рисунке представлены данные по зависимости интенсивности потребления кислорода от стадии развития эмбриона. Как видим, интенсивность обмена возрастает с увеличением массы эмбриона, т. е. показывает обратную картину в сравнении с постэмбриональным периодом. Установление этого факта принципиально важно, так как он указывает, что наивысшая интенсивность дыхания единицы массы наблюдается на последней стадии эмбриогенеза дафний. Известно, что наибольшая интенсивность обмена в постэмбриональном периоде присуща молодым, только что вышедшим из выводковой камеры животным, далее, с ростом организма, она уменьшается [4, 5]. Для сравнения приведены (см. рисунок) величины интенсивности обмена дафний первой ювенильной стадии сразу после выхода их из выводковой камеры (до первой линьки). Скорость потребления кислорода у ювенильных дафний измерялась тем же методом и одновременно с изучением метаболизма эмбрионов. Из представленных данных видно, что интенсивность обмена ювенильных дафний уменьшается на 37—48% по сравнению с 8-й стадией эмбриогенеза. Таким образом, интенсивность обмена ювенильных дафний, наивысшая в постэмбриональном периоде, не является максимальной в онтогенезе. Верхняя граница метаболической активности единицы массы данного вида лежит в эмбриогенезе и совпадает с периодом завершения развития



Зависимость интенсивности обмена от стадии развития:

1 — 10°, 2 — 20°, 3 — 30° (а); возрастные изменения Q_{10} (б)

эмбриона. На многих видах животных установлено, что по мере развития эмбриона происходит возрастание скорости дыхания [1, 6]. Для ракообразных подобное явление отмечено при изучении энергетических процессов у *Gammarus lacustris* [2].

В условиях культивирования при постоянных температурах была определена интенсивность потребления кислорода у эмбрионов трех стадий развития, что дало возможность возрастной оценки температурной зависимости метаболизма эмбрионов. Рассчитанный для отдельных стадий эмбриогенеза коэффициент Q_{10} уменьшается с ростом эмбриона от 2,9 до 2,1. Скорость изменения интенсивности обмена постоянна в диапазонах температур 10—20° и 20—30 °С (табл. 1).

Зависимость скорости обмена от продолжительности развития у большинства видов обычно описывается уравнением экспоненты [2, 7]:

$$R_{\tau} = q \cdot e^{c\tau}.$$

Для эмбрионального периода *Daphnia magna* при трех экспериментальных температурах были рассчитаны уравнения экспоненты, которые удовлетворительно описывают полученный материал:

$$R = 0,0019 e^{0,014 Dq} (10^{\circ}),$$

$$R = 0,0054 e^{0,029 Dq} (20^{\circ}),$$

$$R = 0,015 e^{0,034 Dq} (30^{\circ}),$$

R — скорость потребления кислорода (мкл·экз.⁻¹·ч⁻¹); Dq — продолжительность развития (ч); q — константа, равная скорости потребления кислорода в начале развития; c — удельная скорость изменения R .

Установление зависимости скорости метаболизма от продолжительности развития важно с той точки зрения, что она позволяет находить скорость потребления кислорода в эмбриогенезе при знании продолжительности развития. Первая из этих величин у планктонных раков определяется крайне редко, вторая изучена достаточно хорошо. Кроме непосредственного определения скорости метаболизма в течение эмбрионального периода, путем интегрирования данной формулы появляется возможность определения энергетических трат за период развития:

$$\int_0^{Dq} q e^{cDq} \cdot dDq = \frac{q}{c} \int_0^{cDq} e^z dz = \frac{q}{c} e^z \Big|_0^{cDq} = \frac{q}{c} e^{cDq} - \frac{q}{c} (e^{cDq} - 1).$$

Для опробирования полученной формулы кумулятивный обмен за эмбриогенез был рассчитан двумя способами: путем интегрирования и снятием с графика зависимости скорости потребления кислорода от времени развития. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Чистая эффективность роста (K_2)
в эмбриогенезе *Daphnia magna*
при трех температурах акклимации

Таблица 2

$t, ^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{кум.}}$ (расчётный)	$R_{\text{кум.}}$ (графический)	T (кал)	P (кал)	K_2
10	1,60	1,74	0,0081	0,029	0,78
20	1,41	1,45	0,0070	0,029	0,80
30	1,89	1,79	0,0090	0,022	0,71

Примечания: T — траты на энергетический обмен за период развития; P — прирост за этот же период.

Прирост, за который взята масса последней стадии эмбриогенеза (при допущении 100% утилизации желтка), умноженный на среднюю калорийность [5], дал сходные величины в 10 и 20° и оказался ниже при 30°С. Увеличение энергетических трат и уменьшение прироста при 30° сказались на коэффициенте использования ассимилированной энергии на рост. В то время как при температурах 10 и 20° K_2 имеет близкие значения, при 30° он несколько ниже.

Таким образом, культивирование дафний в условиях постоянных температур и высокой концентрации пищи благоприятно сказывается на величинах чистой эффективности роста в эмбриональном периоде развития, о чем свидетельствуют высокие значения K_2 .

Список литературы

1. Боденер Г. Современная эмбриология. М., 1971.
2. Рошин В. Е., Мазелев К. Л. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 1978. № 5.
3. Green Y. // Journ. Proc. Zool. Soc. London, 1956. V. 126. P. 173.
4. Сущеня Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, 1972.
5. Галковская Г. А., Сущеня Л. М. Рост водных животных при переменных температурах. Мн., 1978.
6. Laurence C. // Journ. Fish. Res. Board of Canada. 1973. V. 30. № 3. P. 435.
7. Kamler E. // Pol. Arch. Hydrobiol. 1976. V. 23. № 3. P. 431.

УДК 616.831

В. П. КУРЧЕНКО, Н. В. ГАВРИЛЕНКО,
М. В. МАТЮНИНА, А. Т. ПИКУЛЕВ

ИММУНОФЕРМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ТУБУЛИНА

При ряде патологических состояний в крови больных обнаружены аутоантитела к белкам цитоскелета. Наиболее часто встречаются аутоантитела к белкам микротрубочек: тубулину (ТБ), высокомолекулярным белкам (МАР) и др. [1]. Количество ТБ в мозгу млекопитающих в 4—6 раз выше, чем в других органах, и составляет 250—280 мкг на 100 мг ткани. При разрушении нейронов и глиальных клеток, нарушении гематоэнцефалического барьера возможен выброс значительного количества ТБ в кровь. Тубулин обладает низкой антигенностью, связанной с крайним консерватизмом первичной структуры этого белка. Поэтому для образования аутоантител ТБ должен длительное время и в значительных количествах поступать в кровь. Наличие в крови ТБ может служить маркером развития патологических состояний, связанных с разрушением гематоэнцефалического барьера.

Существующий метод определения ТБ, основанный на способности нативного тубулина связывать меченый тритием колхицин, имеет ряд ограничений и не годится для определения денатурированного белка [2].

Целью работы являлась разработка количественного гетерогенного иммуноферментного метода определения нативного и денатурированного тубулина в различных органах и тканях.

Материал и методика

Выделение тубулина из мозга крыс проводилось методом полимеризации-деполимеризации [3]. Очистку тубулина от минорных примесей и МАР проводили хроматографией на фосфоцеллюлозе [4]. На колонку с фосфоцеллюлозой (1,5×25 см), уравновешенную 0,05М фосфатным буфером, рН 6,9 с 0,005М $MgCl_2$, 0,001М ЭГТА и 0,0005М ГТФ (буфер А), наносили 10—20 мг белка. Колонку промывали буфером А, собирая элюат фракциями по 2 мл. Фракции, элюируемые при промывке колонки, объединяли и концентрировали прессовым диализом. Очищенный препарат тубулина хранили при —20°С.

Получение конъюгата пероксидазы хрена-тубулин [ТБ-ПХ] проводили по описанной ранее методике [5] с некоторыми модификациями. Для синтеза конъюгата [ТБ-ПХ] использовали пероксидазу хрена, модифицированную по аминогруппам аминокислотных остатков уксусным ангидридом. Пероксидазу хрена (150 мг) растворяли в 30 мл 0,1М NaHCO_3 , pH 8,0 и помещали в водяную баню. В течение 60 мин приливали 30 мкл свежеперегнанного уксусного ангидрида. Добавлением малых доз 1М NaOH поддерживали pH 8,0. По окончании реакции раствор модифицированной пероксидазы диализовали 24 ч против 100 объемов 0,01М фосфатного буфера pH 7,5.

К раствору, содержащему 20 мг модифицированной пероксидазы, присыпали 60 мг сухого периодата натрия и в темноте инкубировали 30 мин. Затем добавляли 0,035 мл этиленгликоля и через 60 мин диализовали против 0,01М карбонатного буфера pH 9,5.

После диализа к активированной пероксидазе прибавляли 6 мг тубулина в 0,1М карбонатном буфере pH 9,5. Реакцию конъюгации вели при комнатной температуре. Через 3 ч добавляли 15 мг боргидрида натрия и вели реакцию еще 3 ч. Реакционную смесь диализовали против 200 объемов 0,01М фосфатного буфера pH 7,5, содержащего 0,1М NaCl (буфер Б).

Выделение комплекса [ТБ-ПХ] вели на колонке с сефадексом G-200 (3,2×90 см), уравновешенной буфером Б. Профиль элюции представлен на рис. 1. Концентрацию компонентов конъюгата [ТБ-ПХ] определяли спектрофотометрически по поглощению при λ_{280} и λ_{403} нм. Мольное соотношение пероксидазы и тубулина в конъюгате [ТБ-ПХ] составило 1/2,4. Полученный конъюгат хранили в 0,5М фосфатном буфере pH 7,5 с 50 % глицерина при -20°C .

Получение антисывороток к тубулину вели по методу [6]. Кроликов иммунизировали очищенным тубулином, предварительно обработанным додецилсульфатом натрия для повышения его антигенности. Иммунизацию животных вели смесью модифицированного тубулина и полного адьюванта Фрейнда один раз в две недели по 2,5 мг белка в течение девяти месяцев. Кровь у животных брали из ушной краевой вены после достижения титра антител к тубулину 1:8. Сыворотки хранили при -20°C .

Выделение моноспецифичных антител к тубулину вели аффинной хроматографией антисывороток на тубулин-целлюлозе. Для получения сорбента 50 г микрокристаллической целлюлозы отмывали дистиллированной водой и суспендировали в 250 мл 0,1М цитратно-ацетатного буфера pH 4,25. К суспензии прибавляли 10 г периодата натрия и 60 мин перемешивали на магнитной мешалке. Затем промывали активированную целлюлозу дистиллированной водой. Препарат тубулина, очищенный на фосфоцеллюлозе (150 мг), в 0,01М карбонатном буфере pH 9,5 вносили в суспензию активированной целлюлозы и перемешивали при комнатной температуре в течение 3 ч, затем добавляли 1 г пербората нат-

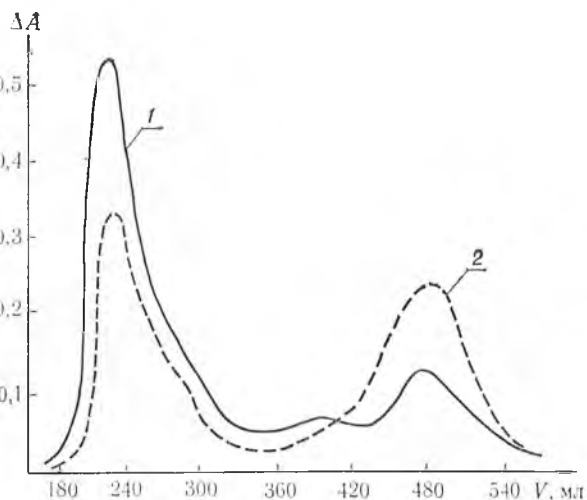


Рис. 1. Профиль элюции конъюгата [ТБ-ПХ] на колонке с сефадексом G-200

1 — поглощение при λ_{280} нм; 2 — поглощение при λ_{403} нм

прия и продолжали реакцию еще 3 ч. По окончании реакции осадок целлюлозы декантировали и промывали 0,1М NaCl. Количество связавшегося с целлюлозой тубулина определяли по разнице внесенного в реакционную смесь и содержащегося в промывной жидкости белка. С 50 г целлюлозы связывалось 80 мг тубулина.

Антисыворотку к тубулину (150 мл) диализовали против 0,05М трис-HCl буфера pH 6,9 с 0,2М NaCl (буфер В) и наносили на колонку с тубулин-целлюлозой ($3,2 \times 15$ см), уравновешенную буфером В. Колонку промывали буфером В до исчезновения поглощения при λ_{280} нм в элюате. Элюцию антител вели буфером В, содержащим 4,5М $MgCl_2$. Моноспецифичные антитела к тубулину диализовали против 0,01М бикарбоната аммония и лиофилизировали.

Ход иммуноферментного анализа на тубулин. В лунки полистирольного планшета разливали по 0,2 мл антител и инкубировали при 37 °С. Раствор антител через 60 мин сливали, в лунки вносили по 0,3 мл забуференного физиологического раствора, содержащего 0,5% бычьего сывороточного альбумина, и повторно инкубировали при 37 °С 30 мин. После удаления раствора из ячеек в них вносили в 0,3 мл различное количество тубулина, инкубировали 30 мин и добавляли по 0,02 мл конъюгата [ТБ-ПХ]. Инкубацию продолжали еще 30 мин. Затем, удалив смесь и промыв ячейки дистиллированной водой, в них вносили по 0,3 мл реакционной смеси, содержащей 0,006М *o*-дианизидина, 0,001М пербората натрия в 0,1М цитратно-ацетатном буфере pH 6,0 с 0,5 % твина-20. Реакцию вели 30 мин при 30 °С и фотометрировали при λ_{460} нм.

В работе использовались: пероксидаза хрена P_z 403/280=2,5, планшеты для иммунологических реакций, бычий сывороточный альбумин, адыовант Фрейнда («Calbiochem», США), твин-20 («Merck», ФРГ), *o*-дианизидин, периодат натрия, боргидрид натрия и другие реактивы отечественного производства марки «хч».

Результаты и их обсуждение

Пероксидазная активность конъюгата [ТБ-ПХ] была изучена в реакции окисления *o*-дианизидина (*o*-ДА) перборатом натрия при 30 °С. Для [ТБ-ПХ] получена зависимость скорости окисления субстрата от его концентрации, из которой вычислены кинетические параметры реакции пероксидазного окисления: $k_{кат} = 3,03 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$; $K_M = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ М}$; $V = 7,57 \cdot 10^{-7} \text{ М/с}$. Конъюгат сохраняет каталитические свойства, но сродство субстрата и каталитические константы несколько ниже в сравнении с их значениями для немодифицированной пероксидазы [7].

На рис. 2 показана зависимость скорости окисления *o*-ДА конъюгатом [ТБ-ПХ] от концентрации антител, сорбированных в лунках планшета. Наиболее полная сорбция антител на стенках лунок планшета достигается при внесении в лунку 0,15 мг белка моноспецифичных антител к тубулину. При этом сорбированные антитела эффективно взаимодействовали с тубулином конъюгата [ТБ-ПХ].

Оптимальное время взаимодействия антител и [ТБ-ПХ] составляет 30 мин при 37 °С.

Иммуноферментный анализ тубулина. При 37 °С в течение 60 мин инкубировали моноспецифичные антитела к тубулину в лунках планшета (оптимальное содержание белка 0,02 мг/мл). Имму-

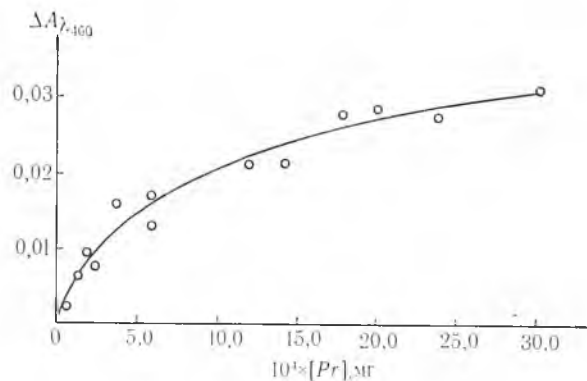


Рис. 2. Зависимость скорости окисления *o*-дианизидина конъюгатом [ТБ-ПХ] от концентрации антител

ноглобулины сорбируются на стенках лунок планшета. Последующая инкубация с забуференным физраствором, содержащем 0,5 % бычьего сывороточного альбумина, приводит к более полному покрытию поверхности лунок сорбированным альбумином, что предотвращает неспецифическую сорбцию конъюгата [ТБ-ПХ] полистиролом плашек. После удаления из лунок раствора в них вносили 0,3 мл раствора тубулина различной концентрации и через 30 мин приливали 0,02 мл раствора конъюгата ($3,1 \cdot 10^{-11}$ М). Инкубация продолжалась еще 30 мин. Тубулин конкурирует с конъюгатом [ТБ-ПХ] за связывание с антителами к тубулину, сорбированными на поверхности лунки планшета: чем выше концентрация тубулина в смеси, тем меньше конъюгата связывается с антителами, и, следовательно, тем ниже скорость пероксидазного окисления *о*-ДА после удаления из лунки несвязавшихся компонентов. Активность конъюгата [ТБ-ПХ], связавшегося с сорбированными в лунке антителами, в окислении *о*-ДА определяли в стандартных условиях: 30 °С, в цитратно-ацетатном буфере рН 6,0, содержащем 0,4 мМ *о*-ДА и 1,0 мМ пербората натрия. На рис. 3 представлена градуировочная прямая в координатах: $\lg [\text{ТБ}]$ — % связывания метки. Как следует из рис. 3, линейная связь между процентом связавшегося конъюгата и концентрацией тубулина из мозга крыс наблюдается в диапазоне 10^{-9} — 10^{-6} М.

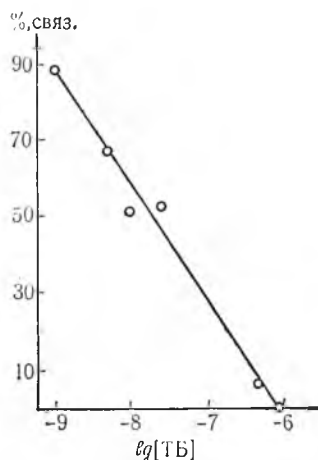


Рис. 3. Градуировочная прямая зависимости связывания конъюгата [ТБ-ПХ] от концентрации свободного тубулина

Таким образом, в описанных оптимальных условиях при концентрации конъюгата [ТБ-ПХ] $3,1 \cdot 10^{-11}$ М возможно определение тубулина из мозга крыс порядка 10^{-9} М. Достоинством метода является его простота, доступность реагентов и возможность с высокой точностью определять уровень тубулина (как нативного, так и денатурированного) в различных тканях.

Список литературы

1. Ben-Ze'ev A. // Biochem. Biophys. Acta. 1985. V. 780. P. 197.
2. Sherline P., Bodwin K. C., Kipnis D. M. // Anal. Biochem. 1974. V. 62. P. 400.
3. Eipper B. A. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1972. V. 69. № 8. P. 2283.
4. Kumar N., Flavin M. // Eur. Journ. Biochem. 1982. V. 128. № 3. P. 215.
5. Гаврилова Е. М., Дзантиев Б. Б., Егоров А. М. // Биохимия. 1979. Т. 44. № 9. С. 1614.
6. Андросова Л. В., Бурбаева Т. Ш. // Нейрохимия. 1985. Т. 4. № 1. С. 10.
7. Савенкова М. И., Курченко В. П., Метелица Д. И. // Биохимия. 1984. Т. 49. № 7. С. 1147.

УДК 581.9(476.1)

Ю. А. БИБИКОВ

ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Катастрофически быстро нарастает общепланетарное разрушение биологического разнообразия — разнообразия видов, популяций, их природных сочетаний (сообществ, флор и фаун), слагаемых ими экосистем. Этот процесс таит большую угрозу для выживания человечества и сохранения биосферы как сбалансированного целого. Опасность его еще недостаточно осознана. Необходимы неотложные меры по расширению и усовершенствованию национальной сети охраняемых территорий [1].

На кафедре ботаники Белгосуниверситета им. В. И. Ленина с 1968 г.

**Сведения об охраняемых видах растений
по районам Минской области**

№№ п/п	Районы	Занесено в Красную книгу БССР (1981)	Взято под охрану рай- онными ин- спекциями	%	Выявлено к 1990 г. ка- федрой бота- ники Белгос- университета
1.	Березинский	5	4	80,0	9
2.	Борисовский	7	1	14,3	29
3.	Вилейский	8	—	0	23
4.	Воложинский	19	3	15,8	17
5.	Дзержинский	19	3	15,8	18
6.	Клецкий	5	4	80,0	11
7.	Копыльский	9	5	55,6	11
8.	Крупский	7	—	0	22
9.	Логойский	17	11	64,7	17
10.	Любанский	3	1	33,3	7
11.	Минский	26	9	34,6	20
12.	Молодечненский	8	4	50,0	14
13.	Мядельский	22	8	36,4	38
14.	Несвижский	5	—	0	7
15.	Пуховичский	20	13	65,0	26
16.	Слуцкий	14	—	0	10
17.	Смолевичский	10	4	40,0	18
18.	Солигорский	11	1	9,1	12
19.	Стародорожский	6	—	0	8
20.	Столбцовский	5	—	0	12
21.	Узденский	5	—	0	10
22.	Червенский	7	—	0	16

ведется систематическое изучение флоры Минской области. Основное внимание уделяется выявлению новых, редких, исчезающих видов, их местных популяций, изучению современного их состояния и происходящих изменений под влиянием как природных, естественных, так и различных антропогенных воздействий.

В Красной книге БССР [2, 3] приводится по Минской области 58 охраняемых видов, по Брестской — 55, Гродненской — 46, Гомельской — 44, Витебской — 39, Могилевской — 38. Эти количественные различия, очевидно, можно объяснить не только историческими предпосылками и современными условиями среды, но и степенью изученности данного региона.

Из 58 охраняемых видов растений Минской области 9 занесены в Красную книгу СССР (венерин башмачок настоящий, лунник оживающий, меч-трава, пыльцеголовник длиннолистный и красный, ятрышник дремлик и др.). Значится здесь и прострел луговой, ошибочно не занесенный в Красную книгу БССР. Таким образом, всего в области насчитывается 59 охраняемых видов растений.

Представление о современном состоянии дел по выявлению, изучению и охране редких, исчезающих растений в области можно получить при знакомстве с данными Госкомитета БССР по охране природы, Красной книги БССР и кафедры ботаники университета (см. таблицу).

По данным Красной книги БССР, в среднем на один район области приходится 10—12 охраняемых видов, минимально — 3 вида (Любанский район), максимально — 26 видов (Минский район). Приведенные исходные показатели представляют несомненный интерес, так как с ни-

ми можно сопоставлять результаты подобных исследований на любом временном этапе.

Действительно, флористические исследования кафедры ботаники за последнее десятилетие дают иные результаты. Среднее количество охраняемых растений на один район области достигает уже 15—16 видов, минимальное — 7 (Любанский, Несвижский районы), максимальное — 38 (Мядельский район). В Червенском, Крупском, Вилейском, Столбцовском районах области количество выявленных видов, подлежащих охране, увеличилось в 2—3 раза, в Борисовском районе — в 4 раза. При этом абсолютный показатель увеличения количества таксонов достигает 16 видов (Мядельский район) и даже 22 видов (Борисовский район).

Примечательно, что Мядельский район по количеству охраняемых видов вполне сопоставим с целыми областями, такими, как Могилевская и Витебская. Этот феномен вероятно можно объяснить тем, что район расположен в перигляциальной зоне Валдайского ледника. Здесь конечные морены способствовали формированию пересеченного рельефа местности, разнообразных почвенно-гидрологических условий, а сам ледник обусловил определенную специфику миграции растений. Все это вместе взятое предопределило развитие уникального флористического комплекса, который в измененном виде сохранился до наших дней.

Иная ситуация сложилась в 4 других районах области. Здесь отмечено даже некоторое уменьшение количества охраняемых видов. Так, в Воложинском районе не удалось обнаружить тайник сердцевидный, пальчатокоренник бузиный; в Дзержинском — камнеломку болотную; Слуцком — венерин башмачок настоящий, ятрышник мужской, пыльцеголовник длиннолистный, кадило сарматское; в Минском — клопогон европейский, гроzdовник простой, многоножку обыкновенную, камнеломку болотную, тофилдню чашечковую и др. Названные виды в Красную книгу БССР, вероятно, были занесены преимущественно на основании данных литературы довоенного периода. Можно предположить, что их местные популяции уже исчезли.

За последние два десятилетия сотрудниками АН БССР и БГУ им. В. И. Ленина на территории Минской области обнаружены новые виды охраняемых растений, а также новые популяции редких видов, занесенных в Красную книгу БССР.

Флористы института экспериментальной ботаники АН БССР выявили такие интересные и новые виды редких, исчезающих растений, как козелец Рупрехта, меч-трава обыкновенная, тюльпан лесной и др. [4]; астрация крупная, горечавка весенняя, валериана двудомная, первоцвет высокий, крестовник приручейный и др. [5].

Преподаватели и студенты-ботаники университета обнаружили немало новых для области, охраняемых видов. Это жирянка обыкновенная [6], морощка [7], касатик безлистный [8], скабиоза голубиная [9, 10], горечавка крестовидная [11, 26], болотноцветник щитовидный [12], ятрышник мужской [13], ятрышник дремлик [14] и др.

Нами также выявлены новые популяции охраняемых видов, которые являются наиболее редкими для флоры Минской области: безвременник осенний [15], лунник оживающий [7, 8, 16, 17], ветреница лесная [18, 19], береза карликовая [7, 20], хохлатка полая [7, 21], зубянка клубненосная [22, 23], лилия царские кудри [5, 7, 8, 16, 17], купальница европейская [7, 17, 24], линнея северная [7, 17, 19], баранец обыкновенный [16, 19, 22], многоножка обыкновенная [4, 7, 19], гладыш широколистный [16, 20, 25, 27], пыльцеголовник красный [19, 20, 25, 27, 28], дремлик темно-красный [7, 8, 16, 25], касатик сибирский [7, 16, 24, 25, 27], колокольчик широколистный [25], лук медвежий [7, 16, 17, 21, 23, 25], прострел луговой [26], шпажник черепитчатый [7, 8, 16, 17, 19, 25, 27], любка зеленоцветковая [7, 19, 25], тайник сердцевидный [19, 25] и др.

По мере дальнейшего более тщательного и целенаправленного изучения флоры области количество охраняемых видов, вероятно, будет

увеличиваться, так как ресурсы флоры выявлены еще не в полной мере.

Проанализировав работу районных инспекций по охране природы за период, прошедший после выхода Красной книги БССР, видим, что они по-разному отнеслись к выполнению своего служебного долга (см. таблицу).

Так, в 4 районах области было взято под охрану от 8 до 13 редких исчезающих видов, что составляет 35—65 % от количества видов, включенных в Красную книгу БССР. В 7 районах ограничили 3—5 видами, т. е. под охрану взято всего от 15 до 50 % (80) исчезающих видов. Формально отнеслись к этой работе в 3 районах, где для охраны было выделено всего по одному виду растений. В 8 районах инспекции еще не приступили к выполнению постановления СМ БССР (от 28.06.79 г. № 201) о том, что все виды растений, занесенные в Красную книгу БССР, подлежат строгой охране. В целом по области ситуация с охраной редких, исчезающих растений малоутешительна: из 59 «краснокнижных» видов под охрану взято всего 35. Необходимо внимательно проанализировать отношение к «забытым» видам и выяснить, почему они остались без охраны. Все эти 24 вида можно условно подразделить на три группы. В одну группу входят виды, данные о распространении которых заимствованы из литературы прошлых лет, и вопрос о их существовании остается открытым. Перечень этих видов нами уже указывался выше. К другой группе относятся растения, которые выявлены сравнительно недавно: горечавка крестообразная, морошка, ятрышник мужской и др. В третью группу попали виды, имеющие малые размеры популяций, обитающие в труднодоступных или отдаленных местах: жирянка обыкновенная, тайник сердцевидный, любка зеленоцветковая и др.

Итак, в Минской области практическая охрана редких исчезающих видов растений значительно отстает от научных исследований охраняемых ботанических объектов. Основная причина этого негативного явления, по всей вероятности, кроется в том, что некоторые инспекторы по охране природы еще недостаточно квалифицированы как ботаники-флористы. Многие из них еще не осознали своей ответственности за сохранение флоры и фауны района, области. Госкомитет по охране природы республики и области до сих пор не предъявляет необходимых требований к тем инспекциям, которые на протяжении многих лет не выполняют постановление правительства республики по охране растительных ресурсов.

Замечено, что инспекциями для практической охраны наиболее охотно берутся крупные по площади и численности особей популяции редких растений, чем локальные, небольшие. Еще более популярны и перспективны для этих целей комплексы охраняемых растений, состоящие из 8—12 и большего количества видов. Они нередко компактно размещаются в пределах одного или нескольких сходных биотопов, что зачастую является надежной предпосылкой для организации ботанических заказников.

В 1968 г. в окрестностях о. п. Веленского (Пуховичский район) флористы АН БССР обнаружили уникальный комплекс охраняемых видов, который не имеет аналогов [5]. В 1985 г. здесь был организован ботанический заказник местного значения. Всего в Минской области на базе ранее выявленных редких флористических комплексов создано 15 ботанических заказников.

В 12 районах области нами выявлено свыше 20 таких комплексов, из них для 11 поданы заявки на организацию ботанических заказников и для 4 в 1991 г. готовится необходимая документация.

Примечательно, что редкие и исчезающие виды растений часто обнаруживаются на конечных моренах, холмах, гривах, древних террасах и прилегающих к ним территориях, где сравнительно хорошо сохранилась коренная растительность. Поймы рек, ручьев, берега озер, болотные массивы также являются местом обитания многих охраняемых растений. На севере Минской области (Мядельский район) в пригляциальной

ной зоне валдайского ледника сформировались крупные, до 400 км², уникальные популяции ятрышника дремлика [14], ятрышника мужского — до 0,8 км в поперечнике, и ряда других охраняемых видов, таких, как ветреница лесная, купальница европейская, шпажник черепитчатый, горечавка крестовидная, касатик сибирский, безвременник осенний, наперстянка крупноцветковая и др. [15, 18, 19, 24, 26].

Однако возникает обоснованная тревога за судьбу отдельных редких растений. Так, в последние десятилетия в Минской области практически не встречаются: камнеломка болотная, клопогон европейский, пальчатокоренник бузиный, ломонос прямой и др. Многие виды заметно сократили размеры популяций и численность особей (венерин башмачок настоящий, кувшинка белая, зубянка клубненосная, пыльцеголовник красный, лилия царские кудри и др.

Во 2-е издание Красной книги БССР будет внесено около 70 новых охраняемых видов. Те же виды, популяции которых достаточно многочисленны и широко распространены (перелеска благородная, любка двулистная, прострел широколистный, колокольчик персиколистный и др.), будут исключены. По Минской области общее количество охраняемых растений, по-видимому, превысит 80 видов. Следовательно, инспекциям вновь предстоит большая работа по выявлению, изучению и организации практической охраны редких растений.

В республике почти всю научно-методическую работу по охране редких растений выполняют научные сотрудники лаборатории флоры и гербария АН БССР. Однако им одним трудно решать все вопросы этой сложной проблемы. По-видимому, нужен иной практический подход. В каждой области Белоруссии имеются вузы (университеты, педагогические или сельскохозяйственные институты) с кафедрами ботаники. Преподаватели и студенты этих кафедр могут и должны возглавить в своих областях изучение флоры, включая редкие, исчезающие виды, занесенные в Красную книгу БССР. В ряде вузов республики эта работа уже с успехом ведется. Многолетний опыт Белгосуниверситета им. В. И. Ленина показывает, что приобщение молодого человека к изучению природы, экологии, охране растительного мира помогает ему быстрее формировать свой интеллектуальный, социальный и нравственный потенциал.

Охрана природы, охрана редких растений — дело всенародное, а не только узкого круга ученых и специалистов. К этой работе нужно шире и активнее привлекать учителей биологии, географии, агрономов, лесоводов, юннатов, учащихся школ, всех энтузиастов-любителей природы. Необходимо продолжить поиск редких и уникальных ботанических объектов, представляющих научный интерес для организации заказников с целью сохранения их для потомков.

Список литературы

1. Тахтаджян А. Л. Обращение ВБО к Верховному Совету и СМ СССР. Л., 1989. С. 7.
2. Красная книга Белорусской ССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Мн., 1981. С. 288.
3. Моисеева А. Б. Охраняемые растения белорусской флоры. Мн., 1969. С. 55.
4. Вынаев Г. В., Третьяков Д. И. Закономерности развития органического мира и научные основы его использования. Мн., 1978. С. 8.
5. Козловская Н. В., Симанович Л. Г., Блажевич Р. Ю. и др. // Докл. АН БССР. 1979. Т. 23. № 10. С. 938.
6. Бибииков Ю. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1979. № 3. С. 63.
7. Бибииков Ю. А., Лазерко Л. И., Крутых Н. Н. // Вестн. АН БССР. Сер. биол. наук. 1986. № 4. С. 113.
8. Сауткина Т. А., Зубкевич Г. И., Бибииков Ю. А. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 2. С. 26.
9. Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Кудряшева Н. К. и др. // Там же. 1976. № 1. С. 38.

10. Сауткина Т. А., Зубкевич Г. И., Кудряшева Н. К. // Там же. 1975. № 3. С. 39.
11. Бибииков Ю. А. // Там же. 1984. № 3. С. 32.
12. Бибииков Ю. А. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 1977. № 5. С. 112.
13. Бибииков Ю. А. // Там же. 1984. № 1. С. 108.
14. Бибииков Ю. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1980. № 2. С. 62.
15. Сауткина Т. А. // Там же. 1987. № 1. С. 26.
16. Бибииков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А. и др. Флора Налибокской пушч. Мн., 1980. С. 184.
17. Бибииков Ю. А., Кононович Т. В., Пикублик Е. Л. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1978. № 1. С. 33.
18. Бибииков Ю. А. // Там же. 1975. № 2. С. 38.
19. Бибииков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 1980. № 6. С. 20.
20. Бибииков Ю. А., Блажевич Р. Ю., Вынаев Г. В. и др. Охраняемые растения Белоруссии. Мн., 1983. С. 112.
21. Бибиикова В. Ф., Бибииков Ю. А. Лесоведение и лесное хозяйство. Мн., 1978. Вып. 13. С. 131.
22. Бибииков Ю. А., Зубкевич Г. И., Ефремкина А. К. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1974. № 3. С. 45.
23. Бибииков Ю. А. Лесоведение и лесное хозяйство. Мн., 1986. Вып. 21. С. 102.
24. Бибииков Ю. А. Организация работ по выявлению и охране редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений, занесенных в Красные книги СССР и БССР. Мн., 1986. С. 108.
25. Сауткина Т. А., Бибииков Ю. А., Зубкевич Г. И. и др. // Там же. С. 78.
26. Бибииков Ю. А. // Там же. С. 131.
27. Бибииков Ю. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 34.
28. Бирюков В. П., Блажевич Р. Ю., Вынаев Г. В. и др. Охраняемые растения и животные БССР. Мн., 1982. С. 13.

УДК 574.583(476)

Г. Г. ВЕЖНОВЕЦ, В. М. САМОЙЛЕНКО

ИЗМЕНЕНИЯ В ФИТОПЛАНКТОНЕ ОЗ. БЕЛОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ МНОГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ

Озеро Белое с 1961 г. функционирует как водоем-охладитель Березовской ТЭС. В результате дноуглубительных работ в период подготовки ложа озера для нужд энергетики площадь зеркала увеличилась с 4,4 до 5,2 км², максимальная глубина — с 3,2 до 4,9 м, средняя — с 1,6 до 3,4 м, объем — с 7,4 до 17,7 млн м³. Прозрачность воды в летний период уменьшилась с 2,0 до 0,4 м. Постоянный сброс подогретой в агрегатах Березовской ТЭС воды приводит к существенному повышению температуры воды, усилению внутреннего водообмена, отсутствию устойчивого ледового покрова в зимний период.

Впервые фитопланктон оз. Белого был исследован Акимовой О. Д. и Сретенской Н. И. в июле 1950 г. [1]. По данным этих авторов, видовой состав альгофлоры был представлен 65 видами и разновидностями, которые по отделам распределялись следующим образом: синезеленые — 13, зеленые — 27, диатомовые — 20, пиропитовые — 16, эвгленовые — 1, золотистые — 3. Доминирующей группой по биомассе были синезеленые водоросли. В момент исследования наблюдалось «цветение» воды, вызванное массовым развитием *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* (Witt.) Elenk. Значительное развитие получили также *Gloeocapsa magma* (Breb.) Kütz. f. *magma*, *Gomphosphaeria aponina* Kütz. f. *aponina*, *G. lacustris* Chod. f. *lacustris*, *Anabaena spiroides* Kleb. f. *spiroides*, *A. scheremetievi* Elenk. f. *scheremetievi*, *Spirulina major* Kütz., *Lyngbya contorta* Lemm. Второе место занимали диатомовые, среди которых массовыми были *Melosira variana* Ag., *M. granulata* (Ehr.) Ralfs. var. *granulata*, *Asterio-*

Таблица 1

Биомасса (г/м³) фитопланктона оз. Белого
в разные годы исследований

Отделы водорослей	июль		март	
	1950 г.	1985 г.	1973 г.	1986 г.
синезеленые	2,25	83,91	41,96	56,57
зеленые	0,19	0,39	0,65	0,15
диатомовые	0,30	0,82	9,77	4,62
пирофитовые	—	0,26	0,91	0,33
эвгленовые	—	0,08	0,01	0,01
прочие *	0,06	—	—	—
Всего	2,80	85,43	53,30	61,68

* По-видимому, объединены пирофитовые, эвгленовые и золотистые.

nella formosa Hass, *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. var. *ulna*, *S. acus* Kütz. var. *acus* и виды рода *Navicula*. Зеленые по числу видов и биомассе были на третьем месте, среди них наиболее разнообразны виды родов *Pediastrum* и *Tetraedron*. Общая биомасса водорослей была невысокой — 2,80 г/м³. Эта величина, возможно, несколько занижена, так как О. Д. Акимов использовалась наиболее проницаемым «предварительным» мембранным фильтром, который не задерживает основную массу мелких представителей фитопланктона.

В марте 1973 г. альгофлора оз. Белого исследовалась Т. М. Михеевой [2, 3]. Всего отмечено 45 таксонов, из них: диатомовых — 19, синезеленых — 6, зеленых — 16, пирофитовых — 2, эвгленовых — 1. Различия в видовом составе фитопланктона разных температурных зон не обнаружены. Наблюдалась тенденция слабого увеличения биомассы на станциях с более высокой температурой воды. Средняя для озера биомасса водорослей в начале марта составляла 53,30 г/м³ (табл. 1). В сбросном канале фитопланктон был развит лучше, чем в заборном (21,60 г/м³ и 17,50 г/м³ соответственно). Массовыми видами были: *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. var. *comta*, *M. granulata*, *M. italica* (Ehr.) Kütz. var. *italica*, *Synedra acus* — из диатомовых; *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs f. *flos-aquae*, *Oscillatoria agardhii* Gom., *O. limnetica* Lemm. f. *limnetica* — из синезеленых; *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. v. *quadricauda*, *S. acuminatus* (Lagerh.) Chod. v. *acuminatus*, *Ankistrodesmus minutissimus* Korsch. — из зеленых. Впоследствии в 1980—81 гг. наряду с указанными видами Т. М. Михеевой был определен в качестве доминирующего в составе синезеленых *Anabaenopsis raciborski* (Wolosz.) V. Miller. По ее предположению, этот вид давно присутствует в озере, но ввиду того, что на разных стадиях развития он очень схож с некоторыми видами родов *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*, его могли с ними смешивать. И ранее отмечалось наличие данного вида в озерах Белоруссии [4], а также в прудах рыбхозов «Чырвоная зорка» и «Белое» Гомельской области [5].

Фитопланктонное сообщество данного водоема-охладителя исследовалось нами с июля 1985 г. по август 1986 г. Было отобрано более 100 проб осадочного фитопланктона на двух пелагических (в точках минимального и максимального подогрева) и литоральной (вблизи входа в заборный канал) станциях, а также в заборном и сбросном каналах. Пробы фиксировали по Утермёлю [6], численность клеток определяли в камере Фукс-Розенталя. Для определения биомассы пользовались данными по сырому весу 1 млн клеток для различных отделов [7].

В результате исследований обнаружен 141 таксон водорослей, среди которых: синезеленых — 26, зеленых — 51, диатомовых — 44, пирофито-

Таблица 2

Средние показатели численности, млн кл/л (числитель)
и биомассы, г/м³ (знаменатель) фитопланктона в оз. Белое

Отделы водорослей	Месяц и год исследования									
	07.85	10.85	11.85	12.85	01.86	03.86	04.86	05.86	06.86	08.86
синезеле- ные	559,43 83,91	432,92 64,94	231,08 34,66	215,17 32,28	318,09 47,71	377,11 56,57	642,75 96,41	602,32 90,35	761,80 114,27	685,12 102,77
<i>A. gasiborskii</i>	523,79 78,57	398,50 59,78	227,73 34,16	212,21 31,83	313,72 47,06	368,01 55,20	634,50 95,17	599,40 89,91	698,13 104,72	645,87 96,88
диатомо- вые	0,82 0,82	0,77 0,77	1,12 1,12	0,69 0,69	0,88 0,88	4,62 4,62	10,97 10,97	0,94 0,94	1,02 1,02	1,70 1,70
пирофи- товые	0,10 0,26	0,07 0,20	0,07 0,20	0,04 0,11	0,12 0,39	0,12 0,33	0,09 0,29	0,09 0,25	0,40 1,08	0,82 2,21
прочие	1,60 0,44	1,51 0,40	1,20 0,28	0,50 0,12	0,35 0,08	0,68 0,16	1,49 0,34	0,46 0,13	1,61 0,47	1,49 0,64
Всего	561,95 56,43	435,27 66,31	233,47 36,26	216,40 33,20	319,46 49,06	382,53 61,68	655,32 108,01	603,81 91,67	764,83 116,84	689,12 107,32

вых — 12, эвгленовых — 6, золотистых — 2. Так же, как и в 1973 г., не отмечено существенной разницы в видовом составе фитопланктона в зонах с минимальным и максимальным подогревом. Для озера характерны высокие показатели численности и биомассы фитопланктона на протяжении всего года, обусловленные преимущественным развитием теплолюбивой синезеленой водоросли *A. gasiborskii* (табл. 2). Минимальные численность (216,40 млн кл/л) и биомасса (33,20 г/м³) зарегистрированы в декабре, максимальные — в июне (764,83 млн кл/л и 116,84 г/м³ соответственно). В начале апреля наблюдалась «вспышка» диатомей (*M. granulata*, *A. formosa*), в результате чего их биомасса составила 10 % общей. Средние за период исследования показатели выражаются величинами, характерными для гиперэвтрофных водоемов: 486,22 млн кл/л и 75,59 г/м³, при этом 95 % численности и 92 % биомассы составляет *A. gasiborskii*. По сравнению с 1950 г. биомасса июльского фитопланктона в озере возросла в 38 раз (см. табл. 1). Условия, сложившиеся в водоеме, особенно благоприятны для развития редкого для средних широт вида *A. gasiborskii*, который в 1950 г. в озере не отмечался.

Кроме изучения альгофлоры самого озера проводились исследования в каналах ТЭС. Степень развития водорослей в сбросном канале была на уровне развития его в других зонах озера. Наименьшие значения численности и биомассы отмечены в ноябре (221,30 млн кл/л и 34,70 г/м³), наибольшие — в апреле (826,43 млн кл/л и 125,80 г/м³ соответственно).

В заборном канале на протяжении всего периода исследования показатели численности и биомассы были несколько ниже, чем на других станциях (см. табл. 2). В декабре фитопланктон данного канала характеризовался наиболее низкими величинами: численность — 188,33 млн кл/л, биомасса — 28,25 г/м³; в августе — наиболее высокими: 765,90 млн кл/л и 118,55 г/м³. Удельный вес *A. gasiborskii* в фитопланктоне обоих каналов такой же, как и в озере.

Таким образом, фитопланктон оз. Белого в условиях значительного подогрева воды, а также высокой степени водообмена интенсивно развивается в течение всего года. Различия в показателях количественного развития водорослей в зонах с разной степенью подогрева незначительны, следовательно, фитопланктон в целом и доминирующий вид *A. gasiborskii* хорошо адаптированы в данном водоеме к широкому температурному градиенту. В результате дноуглубительных работ при строительстве электростанции все донные фитоценозы, являющиеся пищевыми конкурентами фитопланктона, были уничтожены. Планктонные водо-

росли стали единственными автотрофными потребителями питательных веществ. Это привело к значительному увеличению численности водорослей, поддерживаемой круглогодично на высоком уровне вследствие значительного повышения температуры воды и дополнительного поступления питательных веществ с отходами кормов садкового хозяйства БелОПРСХ.

Список литературы

1. Акимова О. Д., Сретенская Н. И. // Тр. комплексной экспедиции по изучению водоемов Полесья. Мн., 1956. С. 247.
2. Остапеня А. П., Михеева Т. М., Иконников В. Ф. и др. // Тр. III Всесоюз. совещ. по круговороту вещества и энергии в водоемах. Лиственный-на-Байкале. 1973. С. 105.
3. Михеева Т. М. // Проблемы развития рыбоводства Белорусской ССР и Прибалтийских республик. Мн., 1981. С. 33.
4. Михеева Т. М. // Acta Universitatis Carolinae. Biologica. 1968. С. 257.
5. Срэценская Н. I. // Весні АН БССР. Сер. біял. навук. 1967. № 3. С. 70.
6. Utermöhl H. // Metodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 1958. Bd. 9. S. 16.
7. Михеева Т. М. Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мн., 1969.

УДК 581.2.07

Е. Н. СТЕФАНОВИЧ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ХЛОРОПЛАСТНЫХ МЕМБРАНАХ ЛИСТЬЕВ РЖИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ERYSIPIHE GRAMINIS

Огромный урон, приносимый сельскому хозяйству патогенными грибами, диктует необходимость, с одной стороны, совершенствования агротехники, а с другой — выведения новых, устойчивых к инфекции сортов культурных растений. Представляет интерес изучение особенностей ответных реакций устойчивых и неустойчивых к заболеванию сортов на внедрение патогена. В частности, мало изучен вопрос о влиянии грибной инфекции на организацию хлоропластных мембран [1], между тем изменение структуры, а следовательно, и функции пластидных мембран вызывает изменение фотосинтетической активности, а в конечном итоге, и продуктивности процесса фотосинтеза.

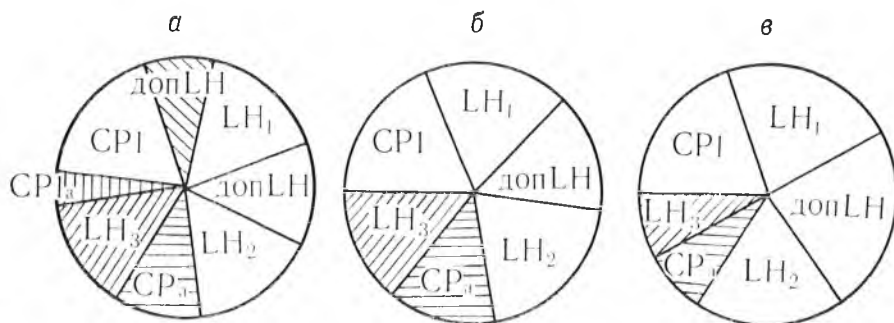
Существующие данные о количественном и качественном изменении пигментных и белковых компонентов хлоропластных мембран под действием инфекции не дают представления о влиянии патогена на структурно-функциональные комплексы мембраны [2]. В связи с этим мы исследовали изменения пигмент-белковых комплексов (ПБК) мембран листьев ржи неустойчивого сорта Пуховчанка под действием мучнистой росы.

Материал и методика

Растения выращивали (1987 г.) в полевых условиях. Анализировали определяющие урожай листья 3-го яруса в фазу спороношения гриба при 2-й и 4-й степени поражения листовой пластинки [3]. Из анализируемых тканей выделяли пластидные мембраны по методу Андерсон [4], солиubilизировали их в фосфатном буфере (0,05М; pH 7,6) с ДСН (0,375%) и использовали для ДСН-диск-электрофореза. После разделения хлоропластных мембран на индивидуальные ПБК гели фиксировали в смеси: этанол+ледяная уксусная кислота+вода (23:7:70), окрашивали Ку-масси G-200 (0,025%) и денситометрировали на спектрофотометре «SHIMADZU» (Япония).

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ распределения белковых компонентов пластидных мембран по индивидуальным пигмент-белковым комплексам в



Соотношение пигмент-белковых комплексов пластидных мембран в непораженных листьях ржи (а), а также в листьях 2-й (б) и 4-й степени (в) поражения:

CP1_a и CP1 — пигмент-белковые комплексы, содержащие Р-700; CP_a — пигмент-белковый комплекс, содержащий Р-680; LH₁₋₃ доп. LH — основные и дополнительные светособирающие пигмент-белковые комплексы

здоровых и больных листьев с различной степенью поражения представлено на рисунке. Из приведенных данных видно, что с увеличением степени поражения листовой пластинки нарастают изменения в соотношении индивидуальных ПБК.

При этом наряду с увеличением относительного количества светособирающих комплексов происходило изменение их соотношения между собой. Так, практически полностью исчезал дополнительный ПБК с электрофоретической подвижностью меньшей, чем у LH₁, и большей, чем у CP1. Доля же мономерного светособирающего комплекса LH₃ уменьшалась почти в два раза, при этом возрастало содержание свободных пигментов (зона FP). Одновременно зона CP1, содержащая Р-700, светособирающие комплексы LH₁, LH₂, а также дополнительный комплекс с подвижностью между LH₁ и LH₂ увеличивались в количестве.

В результате таких изменений отношение ПБК, содержащих реакционные центры, к светособирающим комплексам у листьев с 4-й степенью поражения составило 0,37 в отличие от 0,47 для непораженных растений. При этом отношение ПБК ФС 1 к ПБК ФС 2 увеличивалось с 1,78 (контроль) до 2,74 (4-я степень поражения).

Из литературы известно, что возрастание степени деградации пластидной мембраны под действием старения, детергентов и т. д. приводит к деструкции в первую очередь олигомерных светособирающих комплексов, а также CP_a [5]. Не исключено, что одной из причин описанных изменений в соотношении индивидуальных ПБК послужило подкисление внутриклеточной среды в клетках растения под действием *Erysiphe graminis* [6].

Уменьшение активности ФС 2, приводящее к снижению накопления восстановительных эквивалентов в листе, хорошо согласуется с данными об усилении в тканях окислительных процессов под действием инфекции.

Таким образом, не исключено, что описанные изменения в структурно-функциональной организации фотосинтетической мембраны под действием *Erysiphe graminis* отражают перестройку фотосинтетической функции листа для нужд патогена.

Список литературы

1. Серова З. Я., Подчуфарова Л. М., Гесь А. Л. Окислительно-восстановительные процессы инфицированного растения. Мн., 1982.
2. Cypria P. // *Protobiochem. Photobiophys.* 1986. V. 12. № 1—2. P. 177.
3. Oku H., Shiraishi T., Ouchi S., Ishiura M., Matsueda A. // *Naturwissenschaften*. 1980. V. 67. P. 310.
4. Anderson B., Anderson J., Ryrie J. // *Eur. Journ. Biochem.* 1982. V. 123. № 3. P. 465.
5. Anderson J. M., Waldron J. C., Thorne S. W. // *FEBS Lett.* 1978. V. 92. № 2. P. 227.
6. Machold O., Meister A. // *Biochim. Physiol. Pflanzen*. 1979. Bd. 174. H. 2. S. 92.



УДК 911.3

Л. В. КОЗЛОВСКАЯ

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ОТРАСЛЕВОЙ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ХОЗЯЙСТВА БЕЛОРУССИИ В СВЯЗИ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

Масштабы социальных, экологических и экономических потерь Белоруссии вследствие Чернобыльской катастрофы начинают осознаваться и оцениваться только теперь, по прошествии более четырех лет со дня аварии. Причины этого промедления получили принципиальную оценку Верховного Совета СССР в принятом 25 апреля 1990 г. постановлении [1]. Это и неправильные представления на всех уровнях государственного управления в центре и на местах о серьезности аварии, и неоправданная монополизация исследований, засекречивание сведений о радиационной обстановке, и несвоевременность решения научных и других проблем, слабая координация действий и др. Поэтому параллельно с выработкой четкой медико-биологической концепции степени опасности проживания населения на территориях с различным уровнем загрязнения необходимо искать средства и методы смягчения последствий аварии силами специалистов различных отраслей знания.

В частности, уже сейчас, учитывая выдвинутые концепции безопасно-го проживания населения на загрязненных территориях, используя данные о площади территорий с различным уровнем загрязнений, их природно-ресурсном, демографическом и производственном потенциале, нормативные требования к чистоте сельскохозяйственной, лесохозяйственной и промышленной продукции, к рекреационным качествам территорий, располагая материалами о социальном поведении населения в районах с радиоактивным загрязнением и системе льгот, установленных для него в законодательном порядке, данными об уровне экономического развития чистых районов республики, степени их социальной обустроенности, демографической и экологической емкости, целесообразно прогнозировать различные варианты трансформации отраслевой и территориальной структуры хозяйства, направления миграции населения и т. д., т. е. возможные изменения в социально-экономической географии республики. В результате такого вариантного экономико-географического прогнозирования может быть получена ценная информация для принятия оптимальных решений по изменению системы расселения, административно-территориального устройства, специализации хозяйства республики, ее областей, районов, городов, а также по обеспечению комплексности, сбалансированности социального, экологического и экономического развития конкретных территориальных систем различного ранга.

По официальным данным в результате Чернобыльской аварии радиоактивному загрязнению свыше 1 кюри на 1 км² (Ки/км²) подверглись около 40 тыс. км², или пятая часть территории республики. 18 % ее сельхозугодий и 20 % лесов. На этой территории проживает 2,2 млн человек. Здесь расположено более 3 тыс. населенных пунктов, в том числе такие

Площадь территорий, загрязненных цезием-137

Республи- ки	Диапазоны загрязнений Ки/км ²						Всего загрязненных земель с плотностью 5 Ки/км ² и выше	
	5—15		15—40		более 40			
	площадь, км ²	% к за- грязненной террито- рии	площадь, км ²	% к за- грязненной террито- рии	площадь, км ²	% к за- грязненной террито- рии	км ²	% к за- грязненной террито- рии
А. Включая зону отселения								
БССР	10160	56,8	4210	59,3	2150	69,4	16520	58,8
УССР	1960	11,0	820	11,6	640	20,6	3420	12,2
РСФСР	5760	32,2	2060	29,1	310	10,0	8130	29,0
Всего	17880	100,0	7090	100,0	3100	100,0	28070	100,0
Б. Без зоны отселения								
БССР	9830	60,9	3640	60,6	1160	69,4	14630	61,4
УССР	540	3,4	350	5,8	200	12,0	1090	4,6
РСФСР	5760	35,7	2020	33,6	310	18,6	8090	34,0
Всего	16130	100,0	6010	100,0	1670	100,0	23810	100,0

крупные промышленные центры республики, как Гомель (500 тыс. жителей), частично Могилев (356 тыс. чел.), Мозырь (101 тыс. чел.), Речица (69 тыс. чел.), Добруш, Калинковичи, Наровля, и многие районные центры Гомельской и Могилевской областей. По данным Госагропрома БССР в районах с загрязнением более 1 Ки/км² работает 41 предприятие пищевой и мясо-молочной промышленности.

Хотя загрязненные территории есть во всех областях республики, подавляющая часть загрязненных земель, населенных пунктов, сельхозугодий и лесов приходится на долю Гомельской и Могилевской областей. Из 1 млн 350 тыс. га общей площади сельхозугодий в Гомельской области загрязнено радионуклидами плотностью от 1 Ки/км² и выше 1 млн 154 тыс. га [2], т. е. практически все сельское население и все сельскохозяйственное производство области испытывают пресс Чернобыльской катастрофы.

Таким образом, уже сама площадь загрязненных земель Белоруссии по своим масштабам определяет неизбежные изменения в территориальной организации ее хозяйства. Характер же и глубина этих изменений связаны и с большой долей земель с высоким уровнем загрязнения.

Так, по данным Госкомгидромета СССР из общего количества земель с уровнем загрязнения 5 Ки/км² и выше на долю БССР приходится 58,8 %, с загрязнением от 15 до 40 Ки/км² — 59,3 %, с загрязнением плотностью свыше 40 Ки/км² — 69,4 % (см. табл. 1 [3]). Суммарная же площадь земель с уровнем загрязнения свыше 5 Ки/км² в БССР в 4,8 раза больше, чем на Украине, и составляет около 8 % общей территории Белоруссии. Если учесть, что из 30-километровой зоны вокруг Чернобыльской АЭС отселение состоялось сразу после аварии, то количество оставшихся в хозяйственном использовании загрязненных земель в Белоруссии в 14,3 раза больше, чем на Украине.

Таким образом, приведенные в таблице данные говорят о том, что Чернобыльская авария, произошедшая на территории Украины, именно в Белоруссии окажет наибольшее влияние на изменение географии ее хозяйства, и что именно здесь предстоит искать дифференцированные для каждого загрязненного района средства преодоления последствий катастрофы.

Неизбежная трансформация хозяйства будет происходить как в загрязненных районах Белоруссии, так и в чистых. При этом в границах загрязненной зоны, в свою очередь, характер и глубина изменений будут различными в зависимости от уровня загрязнения в разных районах и го-

родах и от особенностей сложившихся на их территории хозяйственных комплексов.

Кардинальные изменения отраслевой и территориальной структуры хозяйства уже происходят и предусматриваются на ближайшее будущее для районов с загрязнением 40 Кн/км^2 и выше. Площадь таких территорий в пределах БССР (за вычетом 990 км^2 , попавших в 30-километровую зону отселения) составляет 1160 км^2 . Несмотря на то, что принято решение об отселении населения с этих территорий, люди здесь еще живут и продолжают хозяйственную деятельность.

Полное отселение населения из этой зоны по требованию безопасности проживания, полный запрет на ведение здесь сельскохозяйственного производства из-за невозможности получить чистую продукцию, недопустимость хозяйственного использования лесных, торфяных, минерально-сырьевых, водных и прочих ресурсов определяют неизбежность исключения этих территорий из экономического актива и перевода их в ранг запозведников особого рода.

К настоящему времени на компактной территории Гомельской области в этой зоне уже создан Полесский государственный экологический заповедник площадью 132 тыс. га. Труднее, однако необходимо создать заповедный режим для загрязненных территорий, которые разбросаны многочисленными пятнами по десяти административным районам Гомельской и Могилевской областей. Основными хозяйственными проблемами для этой территориально рассредоточенной зоны, помимо переселения людей, становятся: создание специальной экологической инфраструктуры, призванной предотвратить, уменьшить расползание радиоактивного загрязнения, способствовать реабилитации экологических систем, надежно оградить эти территории от возможных нарушений установленного режима; оценка целесообразности перебазирования с этих территорий оборудования, техники и других материальных ценностей сельскохозяйственных и других объектов с учетом возможностей их дезактивации; выбор места для размещения выносимых производственных объектов.

Под специальной экологической инфраструктурой в данном случае понимается создание сети безопасных могильников по захоронению радиоактивных отходов, техники, предметов обихода, системы предупреждающих ограждений; противопожарная защита всех объектов в зонах отселения; строительство дорог в обход загрязненных территорий; залесение бывших пашен; автоматические станции, посты, пункты по слежению за состоянием природной среды и т. п.

Перебазирование производственных объектов (как правило, это сельскохозяйственные предприятия и производства, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье) в чистые районы целиком довольно сложно, так как в этих районах уже сложилась сеть подобных предприятий со своими угодьями, сырьевыми зонами, а значит, неизбежны объективные трудности.

Однако, безусловно, основные проблемы связаны с переселением жителей пострадавших районов. Здесь к допущенным экономическим диспропорциям, упущениям и просчетам (недостаток мощностей строительных организаций, дефицит строительных материалов, запаздывание с обследованием площадок для размещения жилых поселков, несоответствие имеющихся в пунктах вселения вакантных рабочих мест профессионально-квалификационной структуре переселяемых работников, неразвитость социальной инфраструктуры в районах вселения и т. п.) добавляются местнические интересы органов управления как в областях отселения, так и в областях вселения, а также сложности морально-психологической адаптации жителей, особенно старших возрастов, к новым для них условиям жизни. Все эти факторы в совокупности приводят к тому, что до сих пор переселение жителей и перебазирование производства идет медленно [4]. Практически все области, стремясь за счет переселенцев обеспечить сельское хозяйство трудовыми ресурсами, не соглашаются на проектирование и строительство поселков для компактного размещения людей, а предлагают их расселение по 20—30 домов в разных хозяйствах.

Другими словами, отселение жителей (в общей сложности 17 тыс. из 112 населенных пунктов) и прекращение хозяйственной деятельности в зоне с загрязнением 40 Ки/км² и выше требуют целенаправленного решения ряда проблем трансформации расселения и хозяйства в чистых районах республики, которые нельзя рассматривать вне связи с глубокой преобразований расселения и хозяйства на территориях с загрязнением 15—40 Ки/км², 5—15 Ки/км² и от 1 до 5 Ки/км².

По отношению к районам с загрязнением 15—40 Ки/км² в соответствии с Государственной программой по ликвидации в Белорусской ССР последствий аварии на Чернобыльской АЭС на 1990—1995 гг., принятой Верховным Советом БССР в октябре 1989 г. и уточненной в свете постановления Верховного Совета СССР [1], все более четко вырисовывается позиция о целесообразности поэтапного переселения в чистые районы республики всех, проживающих в этой зоне [5]. Это означает, что в ближайшие 3—5 лет около 160 тыс. жителей республики из районов с высоким уровнем загрязнения (15 Ки/км² и выше) должны сменить место жительства и работы, из хозяйственного оборота должно быть выведено в общей сложности (с учетом зоны с загрязнением 40 Ки/км² и выше) 6,36 тыс. км² территории республики, практически прекратится хозяйственная деятельность почти в 700 населенных пунктах, в том числе в 4 районных центрах (Наровле, Брагине, Ветке, Корме).

Для зоны с уровнем загрязнения 15—40 Ки/км² обсуждается также вариант свободного отселения населения с созданием для добровольно оставшихся жителей безопасных условий жизни и хозяйственной деятельности и предоставлением им системы льгот за риск проживания на загрязненной территории.

При реализации первого варианта (полного отселения) в этой зоне необходимо решить практически те же хозяйственные проблемы, которые перечислены для зоны с загрязнением 40 Ки/км² и выше. Однако в силу большей численности населения, большей территории, большего ее производственного потенциала здесь существенно возрастут масштабы потерь основных производственных и непроизводственных фондов, потерь от недополучения сельскохозяйственной и промышленной продукции, а также увеличатся затраты на создание специальной экологической инфраструктуры и, естественно — на обустройство населения в чистой зоне.

Осуществление второго варианта (сохранение определенной части населения и хозяйственной деятельности в зоне с загрязнением 15—40 Ки/км²) потребует крупных текущих и единовременных затрат на решение следующих социально-экономических задач: обеспечение населения привозной чистой продукцией, медицинскими учреждениями, благоустроенным жильем, коммунальными услугами, объектами социальной инфраструктуры по нормативам; доведение рабочих мест до технических и санитарно-гигиенических норм; проведение агротехнических мероприятий для получения чистой сельскохозяйственной продукции; создание дополнительных мощностей в перерабатывающей промышленности, строительной индустрии; строительство газовых сетей, внутрихозяйственных дорог, приобретение техники и т. п.; проведение в АПК мелноративных работ и дезактивации, благоустройство хозяйств, реконструкция ферм и т. п.

Как показывают расчеты, проведенные в НИЭИ Госплана БССР, первый вариант с экономической точки зрения более эффективен, чем второй. В социальном же отношении, на наш взгляд, вариант полного отселения не имеет альтернативы, хотя в настоящее время по ряду причин (морально-психологические сложности адаптации на новых местах жительства, экономические и организационные неурядицы с предоставлением жилья, трудоустройством, несовершенство системы льгот, недостаточная информированность о радиационной обстановке и т. п.) отмечается нежелание части населения менять место жительства, а также нередки случаи возврата переселенцев на прежние места.

Безусловно, надо учитывать мнение жителей Гомельской области, когда из 28 тыс. опрошенных семей, которые надо переселить, 6,5 тыс. не хотят уезжать за пределы области, а 30 % брагинцев считают, что можно остаться на месте [6]. Однако надо учитывать также, что, как правило, это мнение либо недостаточно информированных, либо столкнувшихся с трудностями переселения людей, которые покинут эту территорию, осознав опасность и получив благоустроенное жилье и соответствующую работу в чистой зоне.

По отношению к территориям, уровень загрязнения которых от 5 до 15 Ки/км², в республиканской программе по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, кроме системы льгот для проживающего здесь населения, планируется в течение ближайших 5 лет развить до нормативного уровня всю социальную сферу, на что потребуются около 3 млрд. рублей капиталовложений, а также решить все другие вышеперечисленные задачи по обеспечению безопасного проживания и производства чистой сельскохозяйственной и промышленной продукции. Определенная система льгот населению и мероприятий по обеспечению безопасности его жизнедеятельности осуществляется и предусматривается на территориях с загрязнением от 1 до 5 Ки/км².

Из этого следует, что пока (до выработки концепции степени опасности проживания на загрязненных территориях) почти 2 млн жителей районов с уровнем загрязнения от 1 до 15 Ки/км² остаются на своих местах при определенных изменениях структуры и технологий в производственной сфере и удовлетворении нормативных потребностей населения в услугах социальной сферы.

Можно согласиться с тем, что переселение 2 млн человек и перебазирование почти 30 % производственного потенциала республики на чистые территории при современном состоянии экономики Белоруссии нереально без помощи извне. Однако следует учитывать и вполне реальный, неизбежный отток населения из загрязненных районов, где обеспечение нормальных, без ограничений, условий жизни и трудовой деятельности невозможно. Процесс экономической деградации этих районов уже начался. В этих условиях целесообразно сочетание двух подходов: с одной стороны — поэтапное отселение и предоставление уже сегодня права свободного отселения из загрязненных районов всем желающим с выплатой им компенсаций за оставляемое имущество и предоставлением узаконенной системы льгот, а с другой — максимальное ускорение перестройки экономики этих районов. В материальной сфере эта перестройка означает безоговорочное прекращение производства тех видов сельскохозяйственной и промышленной продукции, где современные технологии либо используемое сырье не позволяют получать чистую продукцию. Не налажен еще жесткий контроль за качеством производимой продукции и за условиями труда на производстве в загрязненных регионах. В результате до сих пор здесь производятся и соответственно поставляются всей республике и за ее пределы продукты, древесина, топливо, строительные материалы, предметы потребления с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения. В агропроме республики считают, что на пищевые предприятия, размещенные в загрязненных районах и лишающиеся своих сырьевых зон из-за списания сельскохозяйств, целесообразно специально завозить для переработки сырье из чистых районов [7]. Конечно, можно рассматривать любые варианты перестройки отраслевой и территориальной структуры хозяйства потерпевших районов, но при всех вариантах должны неукоснительно соблюдаться требования: безопасные условия жизни для населения, нормативные санитарно-гигиенические условия труда для работающих и чистота производимой продукции.

Соблюдение этих условий приведет к сокращению в отраслевой структуре хозяйства пострадавших областей и районов доли занятых в производственной сфере и к увеличению занятости в сфере обслуживания. В общем объеме продукции материального производства этих тер-

риторий сократится удельный вес продукции сельского и лесного хозяйства, пищевой, легкой и химической промышленности, а также отраслей по добыче и переработке местных минерально-сырьевых ресурсов. В то же время должны возрасти объемы продукции строительства и строительной промышленности, выпуск специальной техники для работы в условиях повышенного радиоактивного фона, производство различного рода контрольных приборов, измерительной аппаратуры, медицинского оборудования, а также уровень развития инженерной инфраструктуры. Среди отраслей непродуцированной сферы следует ожидать особого роста занятых в здравоохранении, науке и научном обслуживании.

От своевременности, уровня организованности процесса переселения хозяйства, темпов развития инженерной, социальной и экологической инфраструктуры на загрязненных территориях зависят смягчение и облегчение необходимого поэтапного переселения людей из районов, где невозможно обеспечить нормальные, без ограничений условия жизни и трудовой деятельности, а также уменьшение сложностей в неизбежной перестройке хозяйства на остальной территории республики.

Учитывая прекращение хозяйственной деятельности в сильно загрязненной зоне, характер изменений отраслевой структуры и способов ведения хозяйства на остальной загрязненной территории, а также масштабы неизбежного перемещения населения из пострадавших районов, в социально-экономическом развитии чистых районов и республики в целом можно прогнозировать существенные изменения.

Прежде всего, потребуются интенсификация агропромышленного комплекса, чтобы компенсировать его потери в связи со списанием загрязненных сельхозугодий (уже списано 260 тыс. га, подготовлены к списанию еще 230 тыс. га, годовые потери продукции сельского хозяйства республики оцениваются в 1 млрд рублей [6]), а также, чтобы обеспечить население загрязненных районов продуктами питания по принятым нормативам. Это потребует перераспределения всех ресурсов в пользу сельского хозяйства, а также изменений в специализации республики в общесоюзном разделении труда. Республика вынуждена будет сократить поставки в общесоюзный фонд продукции сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Настоятельной необходимостью становится изменение структуры строительства — сокращение объемов производственного и наращивание объемов непроизводственного, чтобы обеспечить жителей пострадавших районов жильем и объектами соцкультбыта.

Чтобы не усугублять экологическую обстановку, в республике должно быть запрещено строительство новых и наращивание мощностей действующих экологически небезопасных предприятий и производств, в первую очередь химической и нефтехимической отраслей. Должна быть также принята стратегия структурной перестройки всего промышленного комплекса Белоруссии с увеличением доли наукоемких, ориентированных на удовлетворение внутриреспубликанских потребностей производств, и сокращением доли энерго- и материалоемких производств, работающих в основном на вывоз продукции.

Особое внимание следует уделить развитию сети лечебно-профилактических учреждений, учитывая возрастающую потребность в оздоровлении практически всего населения республики.

Крупные сдвиги в отраслевой структуре хозяйства, перемещение значительной части населения должны существенно изменить географию расселения, размещение сельского хозяйства, уровень территориальной концентрации промышленности, а следовательно, и процессы формирования территориально-производственных комплексов, территориальных социально-эколого-экономических систем в пределах республики, ее экономическое районирование. В этих условиях перед экономико-географами Белоруссии жизнь ставит неотложную задачу участия в оценке природно-ресурсного, производственного, социально-демографического, экологического потенциалов районов и городов республики и выработке конкрет-

ных рекомендаций по преодолению последствий Чернобыльской аварии путем целенаправленного совершенствования территориальной организации республиканского хозяйственного комплекса.

Список литературы

1. Постановление Верховного Совета СССР «О единой программе по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и ситуации, связанной с этой аварией» // Правда. 1990. 28 апр.
2. 7 дней. 1990. 20—26 авг.
3. Израэль Ю. А. Чернобыль-90 // Правда. 1990. 17 апр.
4. В правительственной комиссии по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Правда. 1990. 27 окт.
5. Чернобыль: потрібна аб'яднання сил: Докл. нам. старшынi СМ БССР А. Т. Кічкайлы на I сес. Вярхоўнага Савета БССР дванацатага склікання // Звязда. 1990. 24 чэрв.
6. 7 дней. 1990. 27 авг.—2 сент.
7. Прадукты з «зоны» // 7 дней. 1990. 14—20 мая.

УДК 911.3.33

А. В. ТОМАШЕВИЧ

КОНЦЕПЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Перестройка всей системы экономических отношений в нашей стране на основе суверенитета республик и рынка на средства производства коренным образом меняет принципы управления природопользованием. В основу новых принципов положен закон о собственности на природные ресурсы, введенный в действие Верховным Советом СССР от 1 июля 1990 г., и ряд других законов, увязывающих собственность на ресурсы с суверенитетом республик.

Десятилетиями складывалась система централизованного управления развитием и размещением производительных сил в стране, часто в ущерб национальному суверенитету целых народов, без учета географических условий и особенностей территорий. Причем производственно-технологические связи между республиками, определяющие территориальное разделение труда, специализацию районов, кооперацию по готовой продукции, полупродуктам, сырью, топливу и материалам, строились не на взаимовыгодных экономических условиях, а на диктате отраслевых корпораций, еще больше усугубляющем противоречия между интересами страны и интересами отдельных регионов. Эти обстоятельства вызвали ускоренный процесс перераспределения собственности на природные ресурсы и разрушение сложившихся связей.

Отношения, которые складываются на основе уже принятых законодательных актов, поставили в весьма трудное экономическое положение многие регионы нашей страны, особенно те, где в силу объективных природных условий территории не располагают плодородными земельными угодьями, нефтяными ресурсами, урановыми рудами, алмазами, золотом и т. п.

Вместе с тем закрепление природных ресурсов в качестве собственности за регионами не снимает тех негативных последствий ресурсопользования и охраны природы, которые возникли в условиях всенародной государственной собственности на них. Та же государственная общенародная собственность на природные ресурсы в масштабе республики, края или округа ни экономически, ни юридически, ни психологически не создает условий для их рационального использования и охраны. Они продолжают оставаться «инчужными», такими, которыми формально никто не владеет. Это создает для местной административной системы еще

более бесконтрольные условия монопольного распоряжения природными ресурсами в собственных интересах, не всегда отвечающих интересам общества. Причем местные интересы реализуются, как правило, экологически безграмотно, без учета того, что природные комплексы в своем развитии не подчиняются административным границам.

Несмотря на то, что изучением недр и разведкой полезных ископаемых Сибири и Дальнего Востока, Казахстана и других районов долгие годы занимались специалисты всей страны, суверенное владение этими богатствами отдельными республиками, областями и округами превращает их в монополистов со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Известно, что любая форма монополии на основе владения или распоряжения приводит к диктату и никакой рынок, регулируемый или свободный, этот диктат не нарушит. Мир уже неоднократно убеждался — кто владеет нефтью, осуществляет диктат цен на энергоресурсы на всей планете, порождая разрушительные кризисы и войны.

В нашей стране уже появились тенденции монопольной собственности и на нефть, и на алмазы, и на золото. Эти тенденции способны разрушить любые экономические связи и возбудить далеко идущие межнациональные распри, тем более, что опыта реализации природных ресурсов за твердую валюту за рубежом в ущерб собственной экономике нам не занимать.

В связи с этим возникает необходимость создания таких форм реализации региональной собственности на природные ресурсы, которые бы обеспечили в условиях федерации и рыночной экономики мощный импульс эффективного развития производства и мотивацию рационального природопользования и охраны природы в масштабах всей страны. Проблема весьма сложная и деликатная. Она осложняется еще и тем, что в последнее время популяризуется как историческая закономерность противоречие между углублением экономических связей и суверенитетом: «с каждым шагом прогресса, чем глубже связи, взаимозависимость республик, тем меньше остается суверенных прав у той или иной нации, тем более ограниченным становится суверенитет республик» [1]. Положение спорное и требует специального исследования, однако не считаться с ним нельзя, так как «парад суверенитетов от республик до сельсоветов» на данном этапе перестройки является реальностью. Поэтому следует решить задачу с двумя условиями: развивать общую тенденцию обобществления и интернационализации производства и надежность общесоюзного рынка при сохранении неделимого и неотчуждаемого суверенитета республик. Это возможно на основе новых государственно-правовых и экономических норм и структур, зарождающихся с переходом к рыночной экономике.

В зависимости от значимости природных ресурсов в хозяйственном комплексе страны в целом и вклада общества в их освоение на момент переходного периода к рыночным отношениям формы реализации могут быть дифференцированы.

Например, для таких базовых ресурсов, как нефть, газ, золото, алмазы, урановая руда и т. п. государственная собственность общесоюзного масштаба, равно как и собственность любого региона страны, может быть трансформирована в акционерную государственную собственность с передачей пакетов акций заинтересованным республикам. Причем контрольный пакет сохраняется у правительства той республики, которой принадлежит территория размещения данного ресурса. Каждая республика при этом отчисляет определенную долю своей части ресурса в натуральном или денежном выражении в общесоюзный фонд. Режим эксплуатации и реализации ресурса, природоохранная деятельность, цены и другие нормативы пользования разрабатываются и контролируются коллегиально, с учетом рыночной конъюнктуры и социальной справедливости.

Хозяйственное использование вод и энергии речного стока, межрегиональных ресурсов подземных вод и вод акваторий крупных водных

объектов целесообразно, на наш взгляд, основывать на межрегиональных правовых и экономических нормативах, оговоренных в рамках общесоюзного и межреспубликанских договоров с учетом социо-эколого-экономической оценки этих ресурсов, остающихся в монопольном владении государства.

Выбор форм реализации собственности на природные ресурсы более низкого ранга — лесных, рекреационных, минеральных строительных материалов, удобрений, местных топливно-энергетических ресурсов (каменного и бурого угля, горючих сланцев, торфа и т. п.) — должен быть прерогативой Верховного Совета республики и местных Советов в зависимости от назначения конкретного природно-ресурсного объекта.

В Белоруссии, например, рыночные отношения целесообразно использовать прежде всего для мотивации ускоренного наращивания производства строительных материалов.

Программы жилищного и коммунального строительства в государственном секторе экономики, в колхозах и совхозах, а также индивидуальные застройщики повсеместно сталкиваются с дефицитом в кирпиче, цементе, извести, песке, щебне, гравии. Люди, стоящие в очереди за кирпичом в розничной торговле г. Минска, смогут его приобрести лишь через 50—60 лет.

Дефицит стройматериалов тормозит решение проблем переселения людей из зоны чернобыльской аварии, не позволяет вовремя решать многие социально-экономические проблемы села. Причины его связаны со многими факторами. Главным, на наш взгляд, является многолетнее отставание инвестиций в развитие данной отрасли по сравнению с ростом потребности в материалах. Так, за пятнадцать лет (1974—1988) в БССР при увеличении потребности в основных строительных материалах более чем в 2 раза производство глиняного кирпича увеличилось только на 29 %, в то время как оптовая цена на него возросла в 2 раза при росте себестоимости на 60 %. Производство сборного железобетона увеличилось на 59 %, извести на 29, строительного песка на 50 %. Медленно растет производство цемента, сократился выпуск аглопорита, гравия при одновременном увеличении цен на аглопорит на 70 %, на цемент на 35 %. Цена на керамзит увеличилась в 2,5 раза при росте объема производства на 83 %, на строительный песок — в 2 раза, на силикатный кирпич — на 58 %, на известь — на 25 % и т. д. при относительно стабильной себестоимости по статьям калькуляции затрат на производство.

Государственная монополия на производство строительных материалов и устойчивый дефицит лишают потребителя альтернативы удовлетворения своей потребности, толкают на хищение, коррупцию или налаживание обременительного и неэквивалентного натурообмена между предприятиями.

В течение многих лет утверждалось, что одной из причин дефицита является недостаток разведанных, главным образом, крупных месторождений стройматериалов. Этим объяснялось, в частности, постоянное увеличение ввоза из других районов страны цемента, щебня, стекольного песка и других материалов, а также рост затрат на их производство. В этом, безусловно, есть определенная доля истины. Анализ показывает, что для увеличения производства цемента, силикатных и некоторых других строительных материалов в БССР еще имеются перспективы подготовки дополнительных источников сырья. Крупные месторождения кирпичных глин, гравия, щебня, стекольного сырья в республике стали редкостью. Многие предприятия промышленности строительных материалов испытывают острый недостаток в качественном сырье. Из 130 действующих кирпичных заводов, например, 40 обеспечено сырьем не более чем на 10 лет, а 18 полностью исчерпали свои сырьевые ресурсы и находятся на грани закрытия.

В течение длительного периода основной акцент в БССР делался на крупноблочное и крупнопанельное домостроение из бетона и железобетона. Это обеспечило выполнение огромного объема промышленного и

жилищного строительства в республике. Вместе с тем было незаслуженно отодвинуто на задний план развитие технологии и оборудования для производства традиционного красного глиняного кирпича, бесцементных вяжущих материалов на основе помола извести с песком, трепелом и гранулированным шлаком; не привилось производство песчано-цементных блоков и силикальцита, хотя в республике в 60-х годах были разведаны десятки месторождений песка для этого вида строительных материалов. Промышленные отходы энергетики, химии, деревообработки, металлургии, горнодобывающей промышленности, которые сейчас во всем мире принято называть вторичными сырьевыми ресурсами, используются все еще недостаточно по сравнению с опытом передовых стран.

Существенный резерв для решения проблемы представляют собой сотни неэксплуатируемых небольших месторождений глины и суглинков, мела, песка, гравия и других материалов, которые достаточно равномерно распространены по всей территории Белоруссии. Для крупных предприятий они не представляют интереса, но в условиях рыночной экономики и приватизации средств производства широкое освоение этих небольших месторождений позволит обеспечить мощный импульс роста производства строительных материалов, в том числе глиняного кирпича и других керамических изделий широкого ассортимента.

Приватизация мелких и средних месторождений строительного сырья (50—500 тыс. м³) целесообразна путем передачи или продажи их в частную собственность коллективам акционеров или отдельным гражданам. Такая форма превращения собственности не противоречит принципам социализма, так как соединение ролей работника и хозяина обеспечивает условия всеобщего предпринимательства без подчинения труда власти капитала. Соединение прав собственника с правами управляющего производством и распределяющего произведенный продукт явится хорошей школой предпринимательства в переходный период к рыночным отношениям, который, по-видимому, может продлиться довольно продолжительный период — 5—10 и более лет. Следует иметь в виду, что неизбежное банкротство отдельных мелких предприятий стройматериалов не повлечет серьезных последствий для развития экономики. Вместе с тем на начальной стадии приватизации, когда инфраструктура рынка будет еще не развита, к частной собственности в данном производстве следует привлекать профессионалов-геологов, технологов и других специалистов в области строительных материалов.

Аналогичные предприятия могут быть созданы на основе передачи в частную собственность небольших месторождений торфа и сапропелей, лесных угодий и др.

Более крупные месторождения стройматериалов (500 тыс. м³—5,0 млн м³ и более), а также ограниченные в определенной степени лесные ресурсы, мелкие и средние озера, болотные массивы для разработки торфа и т. п. целесообразно передать в аренду трудовым коллективам при сохранении государственной собственности на них в руках местных Советов. В данном случае права собственника сбалансированы с ответственностью арендатора в том смысле, что функции пользования и распоряжения продуктом принадлежат исключительно трудовому коллективу; собственник ресурсов устанавливает научно обоснованный уровень отчислений ренты, плату за ресурсы и процент, а также осуществляет экологический контроль природопользования. Кроме того, собственник должен взять на себя заботы по воспроизводству ресурсного потенциала на подведомственной территории, а также организацию производственной инфраструктуры (технологические лаборатории и исследования в области научно-технического прогресса, информационное обслуживание и т. п.). Производственная инфраструктура может быть полностью передана специализированным кооперативам, обслуживающим арендаторов в пределах региона.

В дальнейшем целесообразно заменить разнообразные и труднорегулируемые нормативные выплаты единым налогом на доход, что обеспе-

чит предпринимателям большую самостоятельность и маневренность в условиях свободного рынка.

Некоторые авторы считают, что замена арендной платы налогом с прибыли (дохода) может привести к нарушению финансовых обязательств перед государством вследствие плохой работы арендаторов и отсутствия прибыли [2].

На наш взгляд, собственник ресурсов в лице государства не должен уподобляться рабье, а принимать активное участие в создании прибыли через четко функционирующую производственную инфраструктуру и регулирование рынком. Следует также иметь в виду, что усиление конкуренции и законы рыночных отношений явятся естественной средой для формирования таких предприятий, которые смогут устоять в конкурентной борьбе и гарантировать обществу предложение качественного товара, соответствующего спросу по приемлемым ценам. Разорение части предприятий, как уже указывалось, явление для рыночных отношений вполне нормальное, так как повышает уровень конкуренции и освобождает рынок от некачественной и дорогостоящей продукции при условии функционирования антимонопольного механизма в системе государственного регулирования рыночными отношениями.

Рыночные отношения в области природопользования потребуют усиления управленческих и, главным образом, контрольных функций со стороны государства, основанных на лимитах потребления ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в природную среду. Экологически обоснованные лимиты и общественно-необходимые затраты на охрану природы и воспроизводство ресурсов, дифференцированные в зависимости от региональных условий и экономических возможностей, в совокупности образуют социо-эколого-экономическую систему, управление которой должно быть обязательным условием в концепции регулируемого рынка на природные ресурсы.

Рыночные отношения уже, по существу, декларированы, но мы еще не располагаем достаточно надежной научно-информационной базой для управления природопользованием в новых условиях. Например, разведанные и подготовленные к промышленному освоению минеральные ресурсы даже не учитываются Госкомстатом СССР как национальное богатство страны. Не установлена методика определения цены на минеральное сырье в недрах, отсутствует практика передачи на баланс горнодобывающих и горнообогатительных комбинатов не только количества, но и стоимости запасов в недрах как основных, так и сопутствующих компонентов [3]. Таким образом, отсутствуют необходимые стартовые экономические предпосылки для реализации любых форм собственности в данном секторе экономики.

В государственной отчетности почти полностью отсутствует информация об эффективности инвестиций в природоохранную деятельность на уровне предприятий, отраслей и регионов. Из-за отсутствия экономической (денежной) оценки природных ресурсов трудно дать объективную картину истинного ущерба, причиняемого национальной экономике утратой пахотных земель, лесных, водных, рекреационных, минеральных ресурсов, в том числе в зоне влияния чернобыльской аварии, химических предприятий Солигорска и др.

В этих условиях как собственнику, так и арендатору весьма затруднительно строить свои отношения, полагаясь только на конъюнктуру рынка, не имея объективных критериев для регулирующего механизма.

Нами обосновывалась концепция и механизм функционирования экономического мониторинга рационального природопользования как научно-информационной основы управления процессом взаимодействия общества и природы на всех уровнях. В условиях рыночной экономики его функции расширяются за счет огромного объема переработки и анализа коммерческой информации, необходимой для осуществления интеграционных связей с общесоюзным и внешним рынком.

Следует иметь в виду, что отсутствие профессиональных специали-

стов в области маркетинга, кадровые и технические сложности в организации инфраструктуры рынка могут затянуть переходный период к цивилизованным рыночным отношениям как в стране, так и в республике. В связи с этим необходимо формировать подготовку экономикогеографов, специализирующихся в области территориальной организации и управления природно-хозяйственными системами. Их подготовка должна быть нацелена на выполнение следующих основных задач:

1. Комплексный анализ широкого круга региональных проблем социально-экономического и социально-культурного развития, связанных с опытом регулирования и решения межрайонных и межнациональных конфликтов, выявление и интерпретация их социально-экономических, исторических, этническо-религиозных и других генетических форм проявления и развития.

2. Анализ закономерностей и тенденций в территориальной организации материального производства в регионах и странах разного типа, проблем оптимизации территориально-производственных (включая управленческие) структур; выявление и формирование эколого-экономических проблем хозяйственной деятельности, обоснование путей их решения на основе экономического анализа и оценки потенциальной возможности территории.

3. Выявление долговременных тенденций и конъюнктурных колебаний в географии торговли и материального производства; сдвигов в географии отдельных отраслей и в конкурентных позициях стран и регионов в международном разделении труда (МРТ), в том числе с точки зрения участия в МРТ Советского Союза (в частности, Белоруссии) и перспектив экономического сотрудничества. Анализ этих тенденций возможен на основе прочных знаний общего «страноведческого фона»: социо-культурной среды, экономических условий, политического климата страны-контрагента, ее национальных проблем.

4. Анализ всего круга проблематики географии населения и социально-демографических сдвигов в странах и группах стран, включая вопросы географии и региональной демографической политики, географии населенных пунктов, проблем урбанизации, географии социальной инфраструктуры и путей ее оптимизации, географии трудовых ресурсов и их использования.

5. Изучение проблемы межреспубликанского и международного сотрудничества в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, особенностей национальной политики различных стран в области рационального природопользования в контексте с задачами местного, союзного и глобального мониторинга природных и социально-экономических систем.

6. Анализ перестроечных процессов и тенденций в стране, изучение опыта реализации различных моделей социально-экономического развития в СССР и за рубежом и т. д.

Профессиональное назначение таких специалистов и сфера их деятельности достаточно широки: ассистент, преподаватель высших учебных заведений, готовящих кадры для географических, экономических, дипломатических и других организаций, управленческого аппарата министерств и ведомств, а также общественных организаций, связанных с экономической, экологической и культурной деятельностью республики. Они могут заниматься подготовкой менеджеров и специалистов в области маркетинга на основе зарубежных и совместных государственных и кооперативных предприятий, быть референтами, работать в информационных, социологических и научных организациях широкого профиля как в СССР, так и за рубежом.

Список литературы

1. Бутенко А. Неотчуждаемый суверенитет // Правда. 1990. 1 окт.
2. Пчелинцев О. // Коммунист. 1990. № 12. С. 12.
3. Козловский Е. А. На путях перестройки. М., 1988.

ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

В настоящее время совершенно очевидна низкая эффективность традиционных методов при изучении лесной растительности, особенно труднодоступных и заболоченных территорий. В связи с этим интерес представляет многозональная съемка, которая позволяет получать в шести узких спектральных диапазонах принципиально новую информацию о растительности, выражающуюся в различиях воспроизведения ее видового и типологического состава в зависимости от отражательных свойств, что отображается на снимках в каждом диапазоне как тональные разности широкой амплитуды. Этот эффект невозможно получить при штатной съемке, выполненной по всей видимой области электромагнитного спектра.

Наши исследования проводились на ключевом участке в Белорусском Полесье на территории Старобинского лесхоза. Лесорастительный комплекс относится к подзоне грабовых дубрав (широколиственно-сосновые леса) [1]. Изучались материалы многозональной аэрофотосъемки масштаба 1 : 50000 (негативы, диапозитивы, контактная печать), а также отпечатки, увеличенные до масштаба 1 : 10000, различных по сезонам аэросъемки (июнь, октябрь). Аэросъемка выполнена с помощью камеры МКФ-6 в шести узких диапазонах спектра (0,48; 0,54; 0,60; 0,66; 0,72; 0,84 мкм). Многозональные аэроснимки подвергались визуально-инструментальному дешифрированию и оптико-фотографической обработке на многозональном проекторе МСП-4.

При дешифрировании типов леса мы использовали ландшафтный подход к дешифрированию аэроснимков: все объекты, изобразившиеся на аэроснимках, рассматриваются как взаимосвязанные компоненты ландшафта (лесная растительность, рельеф, почва и др.).

Основными дешифровочными признаками лесной растительности являются тон и рисунок изображения, по ним определяются состав древостоя и типы леса, а также положение растительности в рельефе.

Для лесных сообществ и других объектов, покрытых зеленой растительностью (луг, вырубки), кривая отражения обладает выраженным максимумом в желто-зеленых лучах спектра (0,52—0,58 мкм), минимумом — в красных (0,50—0,68 мкм), резким подъемом и общей высокой отражательной способностью в инфракрасной области спектра. По мере старения яркость молодой листвы и хвой снижается (у лиственных пород быстрее). Разница в спектральной яркости молодой и старой хвой сохраняется до глубокой осени [2].

Для изучения лесной растительности, а также оценки степени информативности многозональных аэроснимков были выбраны снимки, выполненные в узких диапазонах спектра с эффективными длинами волн: зеленой (0,54 мкм), красной (0,66 мкм) и инфракрасной (0,84 мкм), обладающие наиболее значительными контрастами изображения лесной растительности.

В инфракрасной зоне спектра (0,84 мкм) на аэроснимках летнего залета контрастно дешифрируются лиственные и хвойные породы. Участки леса с преобладанием лиственных пород отличаются ярко-светлым, близким к белому, тоном изображения, хвойные — различными оттенками темного тона со значительной потерей отдельных деталей. На фоне хвойного леса очень хорошо дешифрируется примесь лиственных пород, что позволяет легко определять на снимках масштаба 1 : 10000 даже количество крои. В условиях Белорусского Полесья при относительно однородных почвообразующих породах лиственные породы являются хорошим индикатором степени увлажненности территории.

Высокий оптический контраст хвойных и лиственных пород на аэроснимках объясняется наличием в листьях губчатой паренхимы, которая сильно отражает инфракрасные лучи, выходящие затем через хлоропласты полисадной паренхимы и верхнюю поверхность листа. В иглах хвойных пород губчатый мезофилл отсутствует [3]. При дешифрировании типов леса с преобладанием сосновых насаждений наибольшую трудность вызывает разделение сосняков вересковых и мшистых, особенно граничащих между собой. Это связано с тем, что указанные типы леса формируются на слабоконтрастных дерново-подзолистых почвах (автоморфных и оглеенных внизу). Если сосняки мшистые и вересковые соседствуют с сосняками черничными, долгомошниками или багульниковыми, границы их выражены четко. Характерным дешифровочным признаком для сосняков вересковых и мшистых является невысокое проективное покрытие растительности и приуроченность к повышенным элементам рельефа (платообразные повышения, пологие склоны), а также незначительная примесь лиственных. Состав древостоя колеблется от 7СЗБ до 10С.

Сосняки-черничники формируются в нижних частях пологих склонов, вдоль низинных болот и проточных ложбин. Сосняки-долгомошники и багульниковые приурочены к пониженным замкнутым западинам. По тону фотонизображения и проективному покрытию все эти типы леса различаются только рисунком фотонизображения. Для сосняков-черничников характерно более крупнозернистое изображение, контуры их вытянутые, для других — мелкозернистое, почти слитное, ровное с вытянутыми овальной формы контурами. Ельники-кисличники и крапивные дешифрируются по более темному тону и зернистому рисунку, здесь заметна примесь лиственных.

Лиственные леса контрастно выделяются на темном фоне хвойных. В зависимости от степени участия крон древостоев лиственных пород в формировании полога древостоя (светлый тон) можно безошибочно судить о его составе. Осиновые и ольховые насаждения выделяются более светлым (близкий к белому) тоном, чем дубравы и березовые. Хотя резкого контраста в изображении лиственных пород не наблюдается, однако по видовому составу они хорошо дешифрируются в зависимости от размера крон, сомкнутости, строения полога древостоя, что в совокупности формирует определенный рисунок. Контуры дубрав уверенно дешифрируются по крупнозернистому рисунку, который создают кроны отдельно стоящих деревьев. Для дубрав черничных характерна примесь хвойных пород, что создает контрастное зернистое изображение.

Березовые насаждения выделяются светло-серым тоном, ровным мелкозернистым рисунком. Четко дешифрируется примесь березы к хвойным, ее количество хорошо коррелирует с формами рельефа. Для березняково-сфагновых участков, приуроченных к замкнутым элементам рельефа, характерна более высокая сомкнутость полога, чем для березняков осоково-травянистых, формирующихся по вытянутым проточным ложбинам.

Черноольховые леса сосредоточены в пониженных местах рельефа с достаточной проточностью (ложбины) поверхностных и грунтовых вод. Они отличаются несколько более светлым тоном изображения по сравнению с другими лиственными породами, а также почти слитным пологом древостоя в результате высокой сомкнутости.

Аэроснимки инфракрасной зоны (0,84 мкм) осеннего залета (октябрь) по дешифровочным признакам растительности резко отличаются от аналогичных снимков летнего залета (июнь). К моменту аэросъемки полностью отпала листва у березы, частично — у ольхи и осины. Оставшаяся листва изменилась в окраске, что сказалось на особенностях их спектрального отражения, а вместе с этим и тоне фотонизображения.

Наиболее контрастны (светлый тон на фоне серого) контуры дубрав; четко дешифрируются кроны отдельных деревьев. У чистых березо-

вых насаждений — серый тон фотоизображения с мелкой зернистостью и сетчатым рисунком, который создают оголенные кроны. Контуры березовых насаждений с примесью хвойных и других лиственных пород имеют зернистый рисунок.

Сосновые насаждения, как и антропогенные объекты (ровный серый тон), различаются лишь по морфологическому строению полога и рисунку растительности. Наиболее труднодешифрируемы, особенно если граничат между собой, сосняки вересковые и мшистые.

Ельники крапивные и кисличные представлены более темным тоном, на фоне которого хорошо заметна примесь лиственных. Граница между контурами этих типов леса, а также дубрав и березняков кисличных достаточно контрастна.

В отличие от изображений в инфракрасном диапазоне качество аэроснимков, выполненных в видимой области спектра, в значительной мере зависит от погодных условий. В первую очередь следует отметить влияние воздушной дымки, создающей дополнительную яркость при съемке и снижающей контраст в изображении природных объектов. Это подтверждают аэроснимки июньского залета всех четырех зон видимого диапазона: невысокая контрастность тона для всех лесообразующих пород. Дешифрирование лесной растительности затруднено и может проводиться только по структуре и текстуре рисунка изображения.

В красной зоне спектра, по данным исследований [4], несмотря на то, что изображение достаточно контрастно, отсутствуют тональные различия хвойных и лиственных пород. Наши исследования показывают, что это характерно только для аэроснимков летних залетов, когда спектральные различия древесных пород менее значительны.

В красной зоне гораздо увереннее, чем в инфракрасной, дешифрируются по светло-серому тону и мелкозернистому рисунку контуры березовых насаждений. Тон фотоизображения создают изменившие окраску осоковые ассоциации, рисунок — кроны деревьев с опавшей листвой. Особенно хорошо дешифрируются контуры березняков осоково-сфагновых.

Черноольховые насаждения по тону изображения (серый) несколько ближе к соснякам мшистым и вересковым, однако четко различаются мелкозернистым, почти слитным рисунком.

Среди сосновых типов леса наиболее уверенно по ровному мелкозернистому рисунку дешифрируются темно-серого тона сосняки-долгомошники и багульниковые.

Контуры еловых насаждений отличаются более темным тоном изображения, на котором дешифрируются (серый тон) отдельные кроны деревьев. Границы более контрастны с лиственными породами.

Исследования показывают [5], что наиболее оптимальна для фотографирования антропогенных объектов четвертая зона спектра (0,66 мкм). На снимках этой зоны очень контрастно по светлому тону дешифрируются дорожная и квартальная сеть, вырубки и обнаженные грунты. Эти объекты являются важным косвенным дешифровочным признаком при оценке степени увлажненности территории, особенно при дешифрировании сосняков мшистых, вересковых и черничных.

В зеленой области спектра (0,54 мкм), в отличие от предыдущих изображений видимого диапазона спектральных зон, аэрофотонизображение лесной растительности на аэроснимках отличается слабым тонорасчленением. На летних аэроснимках лиственные породы четко выделяются более светлым однородным фототоном изображения, что объясняется более высокой спектральной яркостью лиственных пород.

Обработка материалов многозональной съемки, кроме визуального изучения, предусматривает и оптико-фотографическое синтезирование их на многозональном синтезирующем проекторе МСП-4. Задача синтезирования состоит в получении на результирующем изображении лесной растительности максимальных яркостных и цветовых контрастов.

Анализ различных вариантов оптико-электронной обработки на

МСП-4 показал, что наиболее оптимальным для целей дешифрирования лесной растительности оказалось сочетание второго, третьего, четвертого и шестого каналов МКФ-6 с максимумом пропускания 0,54; 0,60; 0,66 и 0,84 мкм. При таком сочетании удалось дифференцировать лесную растительность не только по породному составу, но и выделить границы слабоконтрастных типов лесов (сосняки мшистые и вересковые). Этому способствует и возможность изменения цветонасыщенности любого из изображений, позволяющая выделить интересующие исследователя контуры. В процессе работы установлены дешифровочные признаки лесной растительности на изображениях в различных спектральных диапазонах для территорий, сложенных флювиогляциальными отложениями. Наиболее информативны для дешифрирования лесных ценозов снимки, выполненные в инфракрасной и зеленой областях спектра летнего и красной области осеннего залета.

Таким образом, различия отражательных характеристик пород и типов лесной растительности в каждом из используемых узких диапазонов спектра могут служить важным дополнительным дешифровочным признаком при картографировании лесной растительности.

Список литературы

1. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности, Мн., 1965.
2. Белов С. В., Арцыбашев Е. С. // Ботанический журн. 1957. № 4. С. 517.
3. Виноградова А. И. // Геогр. сб. М.; Л., 1955. Вып. 7. С. 59.
4. Шершукowa Г. А. Дешифрирование почвенного покрова лесопокрываемых территорий по многозональным аэро- и космическим снимкам: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1984.
5. Гонин Г. Б., Королева В. П. // Многозональные аэрокосмические съемки Земли. М., 1981.

УДК 556.56(476)

Т. И. КУХАРЧИК

О ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ БЕЛОРУССИИ

Интерес к изучению болот верхового типа обусловлен их широким распространением в пределах Белоруссии, своеобразием выполняемых ими биосферных и хозяйственных функций, значительной их освоенностью. Низкая эффективность осушенных угодий, развитие процессов минерализации торфа и эрозии, иссушение окружающих суходолов, пересыхание водотоков, пожары и другие отрицательные явления представляют собой, по нашему мнению, не что иное, как результат недифференцированного подхода к мелиорируемым объектам. Рациональное использование, восстановление и оптимизация этих уникальных геосистем должны базироваться на знании внутритиповых особенностей, собственных верховых болотам. Иными словами, выбору путей использования и восстановления объектов мелiorации должна предшествовать их типизация по генетическим признакам.

Проблемам классификации болот посвящены специальные работы, отражающие неоднозначность подходов и принципов типологии [1, 2]. Существующие классификационные схемы разработаны, как правило, на основании современных характеристик верховых болот (фитоценологических, гидрологических, геоморфологических и др.). Определенный интерес представляют классификации, в основу которых положено наличие разных стадий торфонакопления в процессе эволюции массивов [3]. Однако в название типа залежи всегда включается верхний, типологический слой торфа, подстилающий же — лишь при определенной его мощности. Такая типология, охватывая, по существу, весь генетический ряд залежей, не отражает истинно генетических различий между выделен-

ными типами. Так, в один тип могут быть объединены верховые болота, имеющие в нижних горизонтах пизинного торфа менее 25 % общей мощности залежи, и верховые болота, сложенные только верховыми видами торфов. Применение указанных классификаций для решения актуальных вопросов природопользования в ряде случаев представляется нецелесообразным.

Теоретической основой нашей работы явилась концепция элементарных ландшафтов Б. Б. Полынова [4]. Верховые болота рассматривались нами как специфические элементарные ландшафты с присущими им гидрологическими, гидрохимическими, фитоценоотическими и другими особенностями. В естественном состоянии они характеризуются единым механизмом функционирования, однонаправленными межландшафтными связями, сходными биосферными функциями. Однако условия возникновения верховых болот разнообразны, при этом климат, рельеф, почвогрунты, гидрогеологическое строение местности как болотообразующие факторы могут выступать в весьма разнообразных сочетаниях, что обуславливает и интенсивность накопления торфов, масштабы торфообразовательных процессов и особенности формирования олиготрофной части болота. Можно выделить три основных варианта образования верховых болот.

Первый — заболачивание суши с отложением верховых видов торфа на первых стадиях. Благоприятные условия для такого рода торфо-накоплений складываются в пределах элювиальных ландшафтов.

Второй вариант — заболачивание суши с первоначальным отложением низинных и переходных торфов и последующей сменой их верховыми видами. Питание болотной растительности грунтовыми водами характерно на этапе заполнения котловины низинным торфом и возможно только в условиях супераквальных ландшафтов. Граница перехода к олиготрофным торфам лежит на уровне грунтовых вод окружающих суходолов.

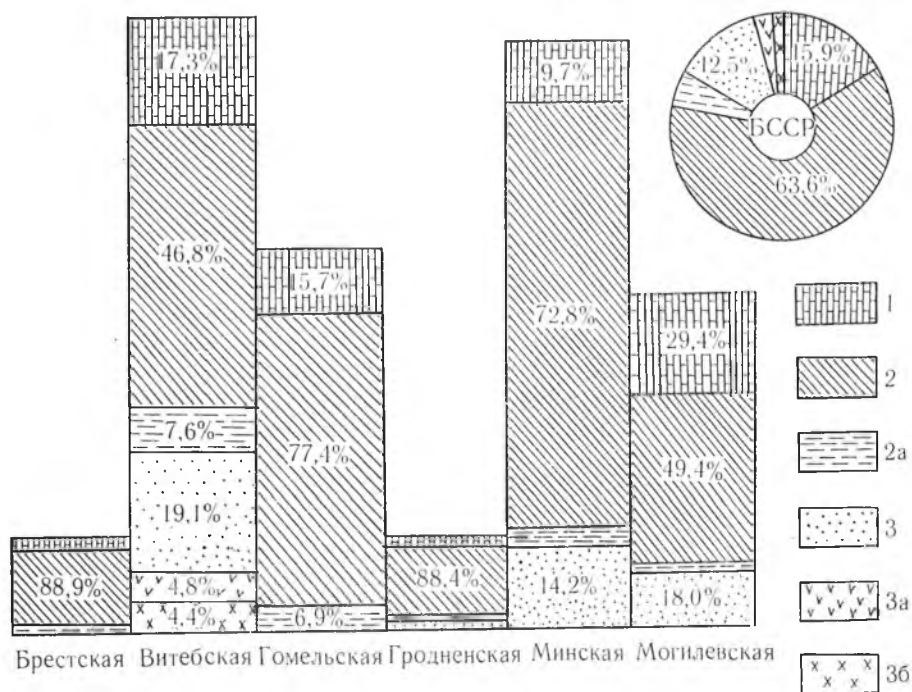
Третьим вариантом образования верховых болот является заторфовывание водоемов с предшествующим накоплением сапропелей. В классическом виде в дальнейшем происходит отложение низинных, переходных и верховых видов торфа.

Анализ условий образования верховых болот позволяет проследить своеобразную «динамику» элементарных ландшафтов и вместе с тем смену межландшафтных связей. Например, развитие верхового болота по третьему варианту можно представить в виде смены субаквального ландшафта супераквальным и далее — специфическим — верховым болотом.

Таким образом, генетические различия проявляются лишь на первых этапах развития болотных массивов (до первой стадии их выпуклости) и поэтому они, как правило, не учитываются при определении направления использования. Между тем осушение и освоение верховых болот влияет не только на изменение характера и направленности биофизических и биохимических процессов, но в ряде случаев способствует возвращению геосистемы в состояние, близкое к исходным условиям болотообразования [5] (в первую очередь геоморфологическим и условиям водно-минерального питания).

В связи с проблемами рационального использования верховых болот и их восстановления после выработки торфа нами выделены три основных типа этих болот по генетическому принципу: 1) собственно верховые болота; 2) верховые, прошедшие стадии низинных и переходных; 3) верховые, прошедшие стадии низинных и переходных и развитые на сапропелях.

Собственно верховые болота развиваются в пределах элювиальных ландшафтов и на всех этапах своей эволюции характеризуются слабыми межландшафтными связями. Сложные исключительно верховыми видами торфов, они обладают самыми неблагоприятными агрохимическими свойствами, крайне низкой минерализацией болотных вод. Степень



Структура разнотипных верховых болот (по БССР и областям). Генетические типы:

1 — собственно верховые болота; 2 — верховые, прошедшие стадии низинных и переходных; 2а — верховые, прошедшие стадию переходных; 3 — верховые, прошедшие стадии низинных и переходных и развитые на сапропелях; 3а — собственно верховые на сапропелях; 3б — верховые, прошедшие стадию переходных на сапропелях

разложения залежи колеблется в пределах 5—20 %, зольность не превышает 5 % [6]. После выработки торфа такие болота сохраняют олиготрофность, высокую кислотность среды и способность восстановления естественного генофонда в большей степени, чем другие типы верховых болот.

Верховые болота, прошедшие низинную и переходную стадии, образуются в пределах супераквальных ландшафтов и на первых этапах существования их водно-минеральный режим определяется преимущественно грунтовыми водами. Торфяная залежь неоднородна в агрохимическом отношении. Минерализация болотных вод возрастает с глубиной (от 0—50 мг/л в деятельном слое до 70—80 мг/л и более на контакте с низинным торфом) [7], т. е. при выработке верхнего слоя залежи торфяник приобретает свойства низинного. Как известно, степень разложения низинных видов торфа составляет 30—40 %, а зольность изменяется от 8 до 15 % [6]. Имея единый водоносный горизонт с сопредельными территориями, болота этой группы подвержены влиянию осушения прилегающих низинных торфяников.

Болота, прошедшие три стадии и подстилаемые сапропелями, формируются путем заболачивания субаквальных ландшафтов. По качественной характеристике торфа, минерализации болотных внутризалежных вод болота этой группы близки к предыдущей, но диапазон их использования может быть значительно расширен благодаря сапропелевому подстиланню.

В отдельных случаях болота последних двух типов могут иметь отличное от классических схем строение торфяных залежей, что и послужило основанием для выделения подтипов верховых болот: 2а — верховые, прошедшие стадию переходных; 3а — собственно верховые на сапропелях; 3б — верховые, прошедшие стадию переходных и развитые на сапропелях (см. рисунок). Так, при условии относительно слабо минерализованных грунтовых вод происходит образование переходных, а

затем верховых торфов. Если заторфовывание водоема идет по схеме нарастания сплавин, то формируется верховая залежь на сапропелях.

Анализ фондовых материалов показал, что на долю верховых болот, прошедших стадии низинных и переходных и только переходных, приходится 68,8 % общей их площади, собственно верховые болота занимают 15,9 %, верховые на озерных отложениях — 15,3 % (см. рисунок).

Преобладающее развитие всех типов верховых болот на севере республики, в области валдайского оледенения, обусловлено благоприятными климатическими условиями, с одной стороны, и своеобразными литолого-геоморфологическими — с другой. Значительно распространены олиготрофные массивы и в центральной части региона, при этом собственно верховые болота приурочены к Друть-Березинскому междуречью, а верховые болота, прошедшие три стадии развития, — к Центрально-Березинской равнине, в пределах которой имеет место выклинивание или близкое залегание межморенных водоносных горизонтов, дающих начало выходу грунтовых вод.

Таким образом, разнотипные верховые болота обладают не только различной хозяйственной ценностью, но и неоднозначными природными предпосылками восстановления после выработки торфяной залежи. Наиболее целесообразным в настоящее время является сохранение уникальных природных систем в естественном состоянии. Характер оптимизации уже осушенных болотных массивов, выбывших из хозяйственного оборота либо используемых с низкой экономической эффективностью, должен определяться с учетом исходных генетических различий. При этом собственно верховые болота, непригодные для сельскохозяйственной мелиорации, необходимо оставлять для возобновления олиготрофной растительности в северных регионах республики и рассматривать как потенциальный фонд для создания клюквенных плантаций в Полесье. Выработанные верховые болота, прошедшие три стадии развития и сформированные на минеральных грунтах, могут быть объектом сельскохозяйственной рекультивации, а болота на озерных отложениях — и водохозяйственной.

Список литературы

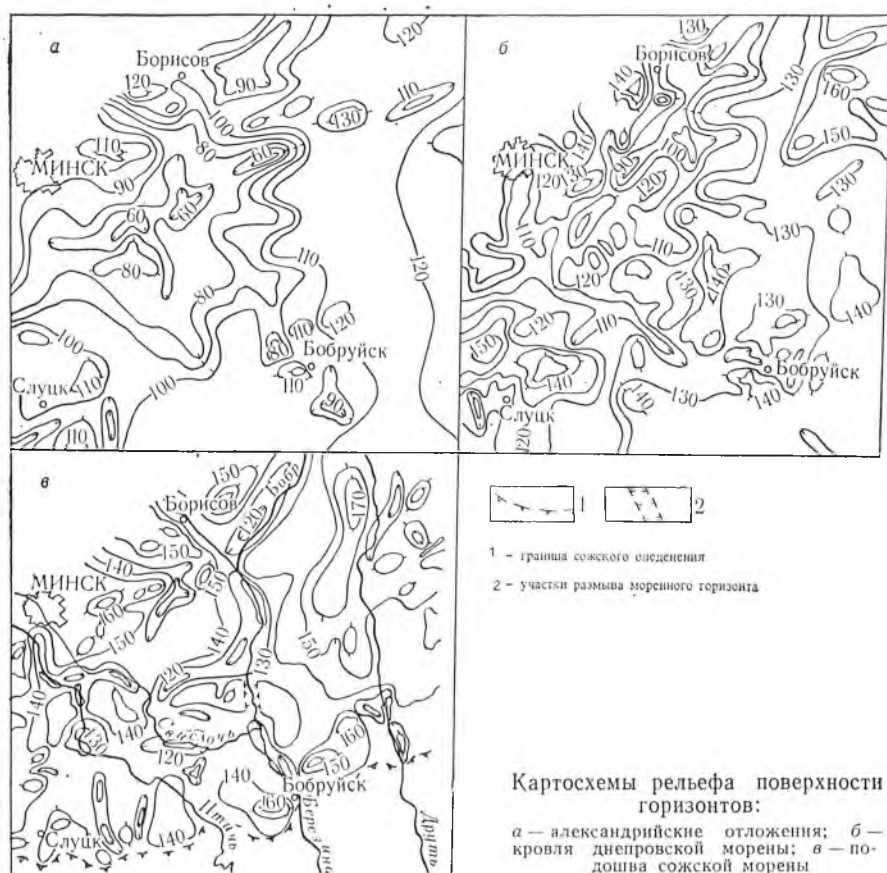
1. Мазинг В. В. // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л., 1974. С. 6.
2. Пьявченко Н. И. // Основные принципы изучения болотных биогеоценозов. Л., 1972. С. 5.
3. Бамбалов Н. Н., Беленький С. Г., Дубовец А. Г., Смирнова В. В. // Торфяная промышленность. 1981. № 10. С. 24.
4. Полюнов Б. Б. // Избр. тр. М., 1956. С. 492.
5. Смеловский В. Е. Выработанные торфяные месторождения и их использование. Мн., 1988.
6. Пидопличко А. П. Торфяные месторождения Белоруссии: Генезис. Стратиграфия. Районирование. Мн., 1961.
7. Тюремнов С. Н., Ларгин И. Ф. // Тр. ГГИ. 1966. Вып. 135. С. 223.

УДК 551.79(476)

А. А. АЛЕШКО

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧНОЙ СЕТИ ЦЕНТРАЛЬНО-БЕРЕЗИНСКОЙ РАВНИНЫ

История формирования современной речной сети относится к числу наиболее спорных вопросов палеогеографии Белоруссии. Эта проблема была достаточно полно освещена в фундаментальных работах Г. И. Горьцкого [1, 2], который признавал унаследованность наиболее крупных речных систем Белоруссии — Днепра, Немана, Западной Двины и Припяти. Последующие геологические исследования дали богатый материал, позволивший по-иному взглянуть на некоторые аспекты формирования



речной сети. Примером новых сведений является история развития речной сети в пределах Центрально-Березинской равнины в антропогене.

В раннем и среднем антропогене территория современной Центрально-Березинской равнины не менее трех раз покрывалась ледниковыми покровами, что привело к развитию здесь преимущественно ледниковой аккумуляции. Динамическое воздействие ледников на подстилающие толщи в пределах равнины было относительно слабым и прослеживается только вдоль крупных ледораздельных зон и в полосе распространения конечных морен. Поэтому ледниковые и водно-ледниковые слои имеют повсеместное распространение, сравнительно выдержаны по площади и как бы облекают погребенные под ними поверхности. Такие особенности залегания отложений позволяют выполнить реконструкцию палеорельефа в различные эпохи антропогена. Подобные построения позволяют использовать те разрезы межледниковых и моренных образований, которые в регионе хорошо выдержаны по площади. К тому же, как показали наблюдения, горизонты в общих чертах повторяют конфигурацию современного рельефа. Полученные палеоорграфические картошемы (см. рисунок) позволили сделать выводы о времени заложения речной сети на территории Центрально-Березинской равнины.

В свое время Г. И. Горецкий [1], опираясь на результаты исследований, которые провела в долине р. Березины М. М. Цапенко, сделал вывод о том, что начало заложения этой долины приходится на ранне-антропогеновое время. По его мнению, в каждый последующий теплый межледниковый период антропогена развитие и врез долины Пра-Березины возобновлялись. Выделенные им аллювиальные свиты Пра-Березины имеют мощность до 10 м, т. е. представлялось, что погребенная речная сеть была одного порядка с современной. Любая речная система является мощным рельефообразующим фактором и вырабатывает ти-

пичный флювиальный рельеф. Для заложения речной долины необходимо наличие первичной депрессии в рельефе. Если бы Пра-Березина существовала на протяжении межледниковых эпох, то она в пределах этой депрессии сформировала бы свою долину, и в настоящее время в тальвеговой части такой депрессии вскрывались бы погребенные свиты аллювия. Однако палеоорграфические реконструкции, опирающиеся на новые данные, позволяют нарисовать несколько иную картину.

В неогене общий уклон поверхности на территории Центрально-Березинской равнины был направлен к югу и юго-западу. Это подтверждается наличием озерных и аллювиальных отложений того времени в пределах Припятского Полесья и на самом юге описываемой равнины. На севере же существовала область сноса. В южном и юго-западном направлениях происходил и речной сток. В беловежское время эта закономерность сохранялась, т. е. древнейший ледник не изменил основных особенностей морфологии равнины [3, 4]. Это скорее связано с тем, что ледниковый покров не распространялся в пределах описываемого района. Такое предположение вытекает из отсутствия достоверных следов древнейшего оледенения на площади Центрально-Березинской равнины.

В александрийскую эпоху, вероятно, в результате поднятия территории Припятского Полесья, отчасти вызванного предшествующим гляцио-изостатическим воздействием березинского ледника, произошла коренная перестройка речной сети. Сток на юг был затруднен, господствовали условия для озерного осадконакопления. Речная сеть была слабо развита. В это время направление речного стока предопределялось общим повышением поверхности восточнее линии Борисов — Бобруйск. Западнее ее в результате поднятия Припятского Полесья на юге и формирования стадиальных погребенных гряд березинского ледника по линии Минск — Борисов — Могилев образовалась обширная депрессия. В ней были расположены многочисленные озера. Направление гидрографической сети определялось на запад и северо-запад. Существование же какой-либо субмеридиональной депрессии, в которой вскрывались бы погребенные аллювиальные свиты в александрийскую эпоху, не обнаруживается (см. рисунок, а).

Днепровский ледник, перекрыв всю территорию Центрально-Березинской равнины, значительно выровнял ее. Западная депрессия, существовавшая в александрийское время, была заполнена моренными отложениями. По мере движения на восток мощность днепровской морены падает, тем самым нивелируя морфологические отличия восточной и западной частей равнины, существовавшие в предыдущую эпоху. Севернее линии Минск — Борисов мощность и абсолютные отметки кровли днепровской морены возрастают. Здесь появляются погребенные конечно-моренные гряды днепровского ледника. На самой же равнине рельеф (см. рисунок, б) имел мозаичный, маловыразительный характер. Некоторое понижение, оформившееся в последнепровское время, намечается в полосе Минск — Осиповичи. Депрессия лучше выражена в северной части Центрально-Березинской равнины, между Крупками — Зеленым Бором, Березино и имеет северо-восточное простираие. Южнее, между Березино и Бобруйском гипсометрический уровень поверхности моренного горизонта поднимается на 30—40 м. Никакой значительной депрессии, в которой могла бы локализоваться Пра-Березина, не просматривается. Развитию речной сети в то время препятствовало также отсутствие заметного общего уклона поверхности как на север, так и на юг. Существовавшие ложбины и депрессии имели локальный характер и не были связаны в единую систему. На границах равнины абсолютные отметки приблизительно равны.

Сожский ледник, распространившись на всю территорию Центрально-Березинской равнины, способствовал заложению современной речной сети. Увеличение мощности отложений ледника к северу и северо-западу обусловило общее понижение поверхности к югу. Картосхема подошвы сожской морены дает основание заключить, что все значительные реки

равнины тяготеют к депрессиям и ложбинам, заложенным сожским ледником (см. рисунок, *в*). Особенно отчетливо выражена система ложбин, разделяющая равнину в меридиональном направлении. В настоящее время к этой депрессии приурочена долина Березины. Здесь подошва сожской морены заметно погружается, на некоторых участках она вообще размыта.

Поозерский ледник, достигший северных склонов Белорусской гряды, способствовал дальнейшему формированию долины Березины. Его талые воды, устремляясь на юг, углубляли тальвеговую часть депрессии, созданной сожским ледником. В настоящее время этот уровень соответствует современной второй террасе Березины [5].

Из проведенного палеогеоморфологического анализа видно, что идея унаследованности речной сети на протяжении антропогена в данном случае не проявляется. Каждое оледенение оставляло после себя рельеф, среди которого доминировали гляциальные и флювиогляциальные формы. Расположение этих форм определялось динамикой и структурой ледниковых щитов. Гидрографическая сеть создавалась здесь почти в каждый межледниковый период практически заново, приспособляясь к появившемуся послеледниковому рельефу. В рельефообразовании флювиальный фактор играл подчиненную роль в сравнении с ледниковым. Это предположение подтверждается и тем, что почти все разрез межледниковых отложений, вскрытые в районах, прилегающих к долине Березины, имеют озерный или озерно-аллювиальный генезис. Аллювиальные свиты были выделены только в скважине у д. Мурова [1]. Таким образом, заложение долины Березины и других рек Центрально-Березинской равнины произошло, вероятнее всего, в послесожское время.

Список литературы

1. Горецкий Г. И. Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра. М., 1970.
2. Горецкий Г. И. Особенности палеопотамологии ледниковых областей. Мн., 1980.
3. Гурский Б. М. Нижний и средний антропоген Белоруссии. Мн., 1974.
4. Левков Э. А., Матвеев А. В., Махнач Н. А. и др. Геология антропогена Белоруссии. Мн., 1973.
5. Мандер В. П. Антропогеновые отложения и развитие рельефа Белоруссии. Мн., 1973.

УКАЗАТЕЛЬ
статей, опубликованных в 1990 году в «Вестнике Белорусского
государственного университета имени В. И. Ленина».
Серия 2: Химия. Биология. География

ХИМИЯ

Алиновская В. А., Юршинович Т. Л., Капуцкий Ф. Н. Кислотные свойства препаратов иммобилизованного на МКЦ трипсина	1	13
Бильдюкевич Т. Д., Савицкая Т. А., Гриншпан Д. Д. Кинетическая устойчивость и вязкостные свойства растворов смесей целлюлозы с полиакрилонитрилом, поливинилхлоридом и полиметилметакрилатом в ДММА—LiCl	1	6
Вечер Р. А., Володкович Л. М., Батура Е. А., Распоров С. А. Электропроводность оксифторидов LnOF и $\text{Ln}_2\text{O}_3\text{F}_6$ ($\text{Ln}=\text{La}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Dy}$)	1	10
Врублевский А. И., Кузовков П. В., Качура Т. Ф. Влияние экстраординации на электронные спектры поглощения порфиринов меди	1	3
Ву Динь Хоанг, Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. Синтез и строение 3а, 4, 6, 7, 11в, 12-гекса-гидро-3а, 7,7-триметил-2-оксобензо[а]фуоро[2, 3- <i>g</i>]хинолизинов	2	5
Гавская Т. В., Капариха А. В., Бобровская В. П. Особенности химического осаждения меди из борогидридных растворов	1	23
Гурин В. С., Бачило Л. С., Рахманов С. К. Применение «изобретающей машины» для управления процессом усиления серебряного изображения методом диспергирования серебра	3	15
Зимина И. Ф., Сидо Н. П. Сорбция ионов переходных металлов из водно-органических сред анионитом АВ-17×4, модифицированным комплексоном И	3	19
Ивановская М. И., Орлик Д. Р., Врублевский А. И., Мальченко С. Н., Браницкий Г. А. Исследование природы парамагнитных центров в диоксиде олова	1	19
Кабо Г. Я., Френкель М. Л., Смирский В. В., Козыро А. А. Термодинамические свойства карбамида в различных агрегатных состояниях	2	12
Корзун Г. М., Степанова Л. И., Рахманов С. К. Сохранность радиографического изображения, усиленного по методу диспергирования серебра	1	15
Корзун Г. М., Рахманов С. К., Кузьмичев А. А., Хвалюк В. Н. Зависимость эффективности процесса усиления по методу диспергирования серебра от оптической плотности исходного изображения	2	19
Маскевич Т. Л., Шукин Г. Л., Беланович А. Л. Влияние условий термообработки медьсодержащего сплава алюминия (Д-16) на процесс формирования и свойства анодных пленок	2	16
Мартынюк В. В., Гринкевич О. А., Биба В. И., Бубель О. Н. Синтез γ -ацетил и γ -ариллакрилоил- γ -бутиролактонов	3	11
Павлов А. В., Петряев Е. П. Научные и практические основы радиационного метода обработки кормов	3	3
Сердюк Г. И., Шукин Г. Л., Беланович А. Л., Кузьмичев А. А. Особенности окрашивания анодных пленок алюминия в растворе перманганата калия	2	3
Соловьева Л. В., Новиков В. П., Башмаков И. А., Капуцкий Ф. Н. Термические превращения висмутовой и нитриевой солей монокарбоксилцеллюлозы и синтез на их основе твердоелектролитной карточики	3	25
Хартон В. В., Жук П. П., Вечер А. А., Тоноян А. А. Физико-химические свойства кобальтита лантана, легированного стронцием	2	8

БИОЛОГИЯ

Бибилов Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А., Рябушева Е. Е., Жмодяк И. К. О флоре Крупского района	2	35
Гричик В. В. Географическая изменчивость и таксономическая принадлежность популяций желтой трясогузки (<i>Motacilla flava</i> L.) Белоруссии	2	26
Дзятковская Е. Н. Перекрестные серологические взаимодействия близкородственных порфириновых пигментов	3	42
Кахнович Л. В., Лачева В. А. Пигментный фонд как показатель функционального состояния фотосинтетического аппарата	2	32
Колин А. Р., Шуканов А. С. Влияние размера посадочного материала и норм расхода семян на урожай картофеля	3	32
Константинов А. С. К фауне и систематике листоедов-блошек (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticinae) европейской части СССР и Кавказа	1	30
Крючкова Н. М. Фитофильные беспозвоночные литорали оз. Нарочь	2	23
Ли Мен Чан, Шока А. Ю., Евтушенко А. Н. Клонирование генов пектацеллюлазы бактерий <i>Erwinia atroseptica</i> 36A в клетках <i>Escherichia coli</i>	2	39
Моладова Л. П. Структура фауны жесткокрылых герпетобий в биотопах Гомеля	3	39
Саба М., Павлютин А. П. Закономерности разложения в водоеме комбикорма для рыб	3	36
Савицкий Б. П., Силина А. Е. Поденки (Ephemeroptera) р. Березины	1	27

Тимошенко А. В., Горудко И. В., Камано С. С., Черенкевич С. Н. Термоиндуцированный шеддинг мембранных гликопротеинов	1	34
Хрипченко И. П., Пикулев А. Т., Кукулянская М. Ф., Заикина Е. В., Конопацкая О. М. Изменение некоторых показателей метаболизма мозга крыс-опухоленосителей саркомы М-1	2	29
Целикина В. И., Кузуб Н. Н., Шолух М. В. Микрометод разделения адениловых нуклеотидов колоночной хроматографией на ПЭИ-целлюлозе	1	32

ГЕОГРАФИЯ

Алешко А. А. Орография Центрально-Березинской равнины в александрийское время	2	42
Байкова Т. А. Палеогеоморфологические особенности формирования и распространения песчаных коллекторов играевских отложений южной части Припятского прогиба	3	58
Василевская М. К., Бахмутов А. И., Васюченко Н. К., Гецевич Н. А., Ляхович С. Р. Оптимизация вещественного состава торфосмесей для парниково-тепличных комбинатов	1	52
Велчев А. С., Стойчев Н. Т. Систематизация и картографирование антропогенных изменений горных ландшафтов	2	45
Власов Б. П., Еловичева Я. К., Жуховицкая А. Л. Разрез озера Олтушского — стратотип голоценовой истории Полесья	2	52
Высоцкий Э. А. Географическое размещение залежей бишофита на территории СССР	2	59
Высоцкий Э. А., Демидович Л. А. Калийные соли и угли как критерии глобальных изменений климата в геологической истории Земли	3	68
Глазкова Л. Н., Горбюль А. В., Вашкевич Л. Ф. Оптимизация кальций-магниевого режима почв высокими дозами сапропеля	3	55
Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф. Природоохранные мероприятия на водоемах, расположенных в пределах мелноративных объектов	3	63
Гурьянова Л. В. Тепловой баланс водоема-охладителя ТЭС	2	47
Демидович Л. А., Швыдрик Н. И., Обровец С. М., Байкова Т. А., Медведева В. Г. Математическое моделирование волновых полей, обусловленных палеогеоморфологическими объектами южной части Припятского прогиба в задонско-елецкое время	1	60
Демидович Л. А., Высоцкий Э. А. Техногенные землетрясения в районах крупномасштабных разработок полезных ископаемых	2	62
Жуховицкая А. Л., Еловичева Я. К., Рачевский А. Н. Палеогеохимия озера Ричи	1	37
Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Тальчук Л. С., Ляхович С. Р. Снижение отрицательного действия хлора калийных удобрений органическими добавками	2	55
Казакова Т. Л. Проблемы развития аграрного звена специализированного плодощенеперерабатывающего АПК Белоруссии	2	64
Марцинкевич Г. И., Крутоус Э. А. История формирования ландшафтов Белоруссии в антропогене	1	56
Перепечко А. С. Системная концепция электральной географии	1	49
Пирожник И. И. Региональные различия в уровне развития социальной инфраструктуры Белорусской ССР	1	64
Ридевский Г. В. О формировании географической оболочки и особенностях развития географической формы движения материи	3	52
Стецко В. В., Ржеутская Г. А. Изменение дерново-подзолистых почв при окультуривании	1	41
Томашевич А. В., Козловская Л. В. Управление природопользованием в республике и конструктивная роль географии	1	68
Широков В. М., Трофимов А. М., Московкин В. М. Анализ модели динамики берегового склона	1	44
Широков В. М., Московкин В. М. Анализ устойчивости равновесных состояний пляжа при нелинейном законе истирания пляжеобразующего материала	3	46

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Жук Е. Ю. Особенности заражения пухоедами (Mallophaga) воробьиных птиц Белоруссии	3	74
Овчинникова Р. И., Рылюк Г. Я. О гидрониме Будавесть	2	70
Стефанович А. И., Тукай Г. В. Краткая альгологическая характеристика Саковщинского водохранилища	3	75
Трофимов А. М., Жмодяк Р. А., Гнеденков Л. Н. Использование системы МОС для управления географическим комплексом	2	69
Тыворский В. И., Кухарев А. С. Термическая перегруппировка 4,5-диметил-5-диметиламинометил-2(5Н)-фуранона	2	71

ХРОНИКА

<i>Власов Б. П., Лопух П. С.</i> IV съезд Географического общества Белорусской ССР	1	73
--	---	----

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Федор Николаевич Капуцкий	1	74
Григорий Лазаревич Старобинец	2	73
Вадим Федорович Тикавый	3	73

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

<u>Дмитрий Михайлович Корулин</u>	3	77
---	---	----

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.039.553 : 621.039.533.5

Петряев Е. П., Павлов А. В., Ветров В. С., Дмитриев А. М., Горбачев В. М., Глушенок Т. Г., Крылов С. В., Иванов А. Т., Гирис Д. А. **Об использовании ускорителей электронов в сельском хозяйстве** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Предложен технологический процесс обработки кормов и кормовых материалов ускоренными электронами с использованием малых доз облучения (до 100 кГр). Полученные результаты показывают, что при обработке комбикормов на экспериментальной линии, созданной на базе ускорителя ИЛУ-6, наблюдается эффект стерилизации, что имеет большое значение в борьбе с заболеваемостью и падежом животных и птиц, а также способствует увеличению прироста живой массы. Показано, что найденное техническое решение может быть положено в основу создания опытно-промышленной установки на предприятиях-потребителях комбикормов (птицефабрики, свинокомплексы и т. д.). Библиогр. 8 назв., ил. 1, табл. 4.

УДК 546.821-31 : 54-148

Есмаиел Е. (САР), Мальченко С. Н., Байков М. В., Ляхов А. С., Мычко Д. И. **Исследование свойств диоксида титана, полученного золь-гель методом** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Изучены особенности процесса формирования диоксида титана из золя гидратированного диоксида титана (ГДТ), стабилизированного уксусной кислотой. Исследовано влияние условий пептизации ГДТ на агрегативную устойчивость частиц золя. Обнаружено, что диоксид титана, полученный золь-гель методом, характеризуется более низкой температурой фазового перехода анатаза в рутил, более быстрым ростом микрокристаллов при повышенной температуре прогрева и менее развитой поверхностью по сравнению с оксидом, формируемым из нестабилизированного ГДТ.

Библиогр. 17 назв., ил. 4, табл. 2.

УДК 546.819.31+541.182.023.4

Левчик Г. Ф., Панько Л. И., Прокопович В. П., Лесникович А. И., Воробьева С. А., Акимова Г. А. **Влияние условий получения оксида свинца (IV) на его дисперсность** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Рассмотрено влияние соотношения реагентов, скорости их сливания, температуры проведения синтеза и температуры старения осадка на фазовый состав и дисперсность PbO_2 . Показано, что оптимальными условиями получения высокодисперсного PbO_2 по реакции окисления ацетата свинца (II) персульфат-ионами в щелочной среде являются: 20 %-й избыток $NaOH$ и $Na_2S_2O_8$, скорость смешения реагентов не выше 0,3—0,9 моль/л·мин, начальная температура смешения реагентов 50—70 °С, температура старения осадка 80—90 °С в течение 1,5—2 часов. Обнаружено, что более высокой дисперсностью отличается PbO_2 , представленный орторомбической модификацией; для менее дисперсных образцов PbO_2 характерно преобладание тетрагональной модификации.

Библиогр. 6 назв., ил. 2.

УДК 678.744 : 532.771/541.24

Сндерко В. М., Жук А. И. **Гидродинамические свойства растворов модифицированного поликапроамида** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Установлено, что характеристическая вязкость растворов привитых сополимеров поликапроамида с полиметилметакрилатом и полиметакриловой кислотой существенно зависит от природы боковых цепей, содержания в сополимере привитого и основного компонентов, а также от состава смешанного растворителя. Наблюдаемые закономерности обусловлены существенным изменением конформаций молекул сополимеров при варьировании указанных параметров.

Библиогр. 7 назв., ил. 5, табл. 2.

УДК 547.422.724.07

Звонок А. М., Кузьменок Н. М. **Синтез функционально-замещенных тетрагидрофуран-3-онов** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Исследована кислотнo-катализируемая гетероциклизация функционально-замещенных α -кетолов в производные тетрагидрофуран-3-она. На примере индивидуальных диастереомеров 2-метил-2-метоксиметил-5-фенилтетрагидрофуран-3-она изучена стереохимия восстановления боргидридом натрия, а на примере смеси диастереомеров этого же соединения — восстановление по Кижнеру — Вольфу.

Библиогр. 12 назв., табл. 1.

Мечковский С. А., Овсянко Л. М., Акинчиц Е. А., Абугоффа А. А. (Ливия), Завадская О. С. Сорбционно-колористический метод анализа следов тяжелых металлов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

В интервале концентраций 10^{-3} — 10^{-9} моль/л изучена зависимость между концентрацией ионов металлов и объемом раствора, фильтруемого через колонку до появления окрашенной зоны. Эта зависимость в полулогарифмической форме выражается изогнутой линией, а в логарифмической — прямой. Используются поверхностно-слойные сорбенты осадочного типа, которые при сорбции некоторых тяжелых металлов приобретают характерную окраску. Эти сорбенты предлагается использовать для количественного определения микроэлементов, а также их разделения и концентрирования.

Библиогр. 3 назв., ил. 5.

УДК 621.793.3

Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Соколов В. Г. Получение никелевого маскирующего покрытия с использованием процесса химического осаждения из водного раствора // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Обоснован состав раствора химического осаждения и условия получения никелевых маскирующих покрытий с воспроизводимыми физико-механическими характеристиками.

Библиогр. 9 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 535.37

Порошков В. П., Кунцевич Н. И., Василевская Е. И. Использование люминесценции органических красителей для изучения состояния поверхности пленок диоксида титана // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Показана возможность оценки энергетической неоднородности поверхности пленок диоксида титана, модифицированных парафенилендиамином и его производными и ионами Ag^+ , по неоднородному уширению спектров флуоресценции адсорбированного красителя. Сделано заключение о том, что химическое модифицирование поверхности диоксида титана модификаторами различных типов приводит к изменению энергетической неоднородности поверхности, что, в свою очередь, оказывает влияние на активность указанных систем в фотохимических процессах.

Библиогр. 6 назв., ил. 1.

УДК 574.52+504.455.058 (476.1)

Остапеня А. П., Жукова Т. В., Орловский А. Ф. К вопросу об оценке внешней биогенной нагрузки Нарочанских озер // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Для каждого из озер Нарочанской группы и системы озер в целом оценено поступление фосфора из различных источников. Всего в экосистему Нарочанских озер за год поступает 4,54—11,9 т фосфора, в том числе 55 % — за счет хозяйственной деятельности на водосборе, 25 % — с атмосферными осадками, примерно 10 % — из населенных пунктов и с неосвоенных территорий и 1,5 % за счет рекреации.

Библиогр. 14 назв., табл. 2.

УДК 595.324.2 : 591.133(470.22)

Ермова Н. Г. Метаболические адаптации к температуре в период эмбрионального развития дафний // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Определяется скорость потребления кислорода у эмбрионов дафний трех стадий развития. Исследование проводилось при акклимации животных к постоянным температурам 10, 20 и 30 °С. Показано, что интенсивность энергетического обмена растет с возрастом эмбриона. Рассчитаны температурные коэффициенты Q_{10} для скорости потребления кислорода в интервале температур 10—20° и 20—30 °С. Зависимость скорости обмена от продолжительности развития описана экспоненциальными уравнениями при трех температурах акклимации. Определены энергетические траты на дыхание за период эмбриогенеза и рассчитана чистая эффективность роста — коэффициент K_2 .

Библиогр. 7 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 616.831

Курченко В. П., Гавриленко Н. В., Матюнина М. В., ПикULEV А. Т. Иммуноферментный анализ тубулина // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Разработан количественный гетерогенный иммуноферментный метод определения тубулина на полистирольных планшетах. Метод позволяет определять тубулин в концентрациях 10^{-9} — 10^{-6} М.

Библиогр. 7 назв., ил. 3.

УДК 581.9(476.1)

Бибииков Ю. А. Охраняемые растения Минской области // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

На территории Минской области отмечено 59 охраняемых видов растений. Флористические исследования сотрудников кафедры ботаники БГУ показали, что районным инспекциям по охране природы предстоит увеличить количество видов, подлежащих охране, примерно в 2—3 и даже 4 раза. Выявлены комплексы охраняемых растений, состоящие из 8—12 видов, на базе которых создаются ботанические заказники.

Библиогр. 28 назв., табл. 1.

УДК 574.583(476)

Вежновец Г. Г., Самойленко В. М. Изменения в фитопланктоне оз. Белого в результате многолетнего использования его в качестве водоема-охладителя // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Исследовано, что в условиях значительного подогрева воды и дополнительного поступления питательных веществ с отходами кормов садкового хозяйства БелОПРСХ фитопланктон оз. Белого интенсивно развивается в течение всего года. Средние показатели за период исследования составляли 486,22 млн кл/л и 75,59 г/м³. Установлено, что 95 % численности и 92 % биомассы приходится на долю теплолюбивой синезеленой водоросли *Anabaenopsis raciborskii* (Wolosz.) V. Miller. По сравнению с 1950 г. (до строительства ТЭС) биомасса июльского фитопланктона возросла в 38 раз. Существенных различий в показателях количественного развития водорослей в зонах с разной степенью подогрева не отмечено.

Библиогр. 7 назв., табл. 2.

УДК 581.2.07

Стефанович Е. Н. Структурно-функциональные изменения в хлоропластных мембранах листьев ржи под действием *Erysiphe graminis* // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Исследованы изменения соотношения пигмент-белковых комплексов пластидных мембран листьев ржи неустойчивого сорта Пуховчанка под действием возбудителя мучнистой росы. Показано, что под действием инфекции в мембранах увеличивается доля светособирающих комплексов, а также комплексов, принадлежащих ФС 1.

Библиогр. 6 назв., ил. 1.

УДК 911.3

Козловская Л. В. Проблемы трансформации отраслевой и территориальной структуры хозяйства Белоруссии в связи с последствиями Чернобыльской аварии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Рассматриваются экономико-географические аспекты преодоления в Белоруссии последствий Чернобыльской катастрофы. На основе анализа данных о площади загрязненных территорий, их демографическом и производственном потенциале, а также о предпринимаемых государством мерах по ликвидации последствий аварии прогнозируются возможные изменения отраслевой и территориальной структуры хозяйства в загрязненных и чистых районах республики.

Библиогр. 7 назв., табл. 1.

УДК 911.3.33

Томашевич А. В. Концепция рационального использования природных ресурсов в условиях рыночной экономики // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Анализируются варианты реализации различных форм собственности на природные ресурсы в условиях суверенитета республик и перехода к рыночной экономике. Обосновывается целесообразность своевременной подготовки квалифицированных кадров в области территориальной организации и управления природно-хозяйственными системами, в том числе в БГУ им. В. И. Ленина.

Библиогр. 3 назв.

УДК 634.932:328.8

Шалькевич Ф. Е., Фейгельман М. Е. Особенности дешифрирования лесной растительности по материалам многозональной аэрофотосъемки // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Изложены результаты изучения дешифровочных признаков лесной растительности по материалам многозональной аэрофотосъемки в шести узких зонах спектра (0,48; 0,54; 0,60; 0,66; 0,72; 0,84 мкм). Наиболее информативными для дешифрирования лесных ценозов оказались снимки, выполненные в инфракрасной и зеленой областях спектра летнего и красной области осеннего залета. Обработка многозональных аэроснимков на многозональном синтезирующем проекторе МСП-4 показала, что для целей дешифрирования лесной растительности оптимально сочетание второго, третьего, четвертого и шестого каналов МКФ-6 с максимумом пропускания 0,54; 0,60; 0,66; 0,84 мкм.

Библиогр. 5 назв.

УДК 556.56(476)

Кухарчик Т. И. О дифференциации верховых болот Белоруссии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

С учетом исходной генетической принадлежности верховых болот к элювиальным, супераквальным или субаквальным ландшафтам проведена их типизация для рационального использования и восстановления после выработки торфа.

Библиогр. 7 назв., ил. 1.

УДК 551.79(476)

Алешко А. А. Особенности формирования речной сети Центрально-Березинской равнины // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1.

Рассмотрен вопрос о времени формирования гидрографической сети, в частности долины Березины, на Центрально-Березинской равнине в антропогене. Анализ построенных погоризонтных картосхем дает основание считать, что заложение речных долин произошло в послесоюзское время. Идея унаследованности речных систем в этом регионе не проявляется.

Библиогр. 5 назв., ил. 1.