

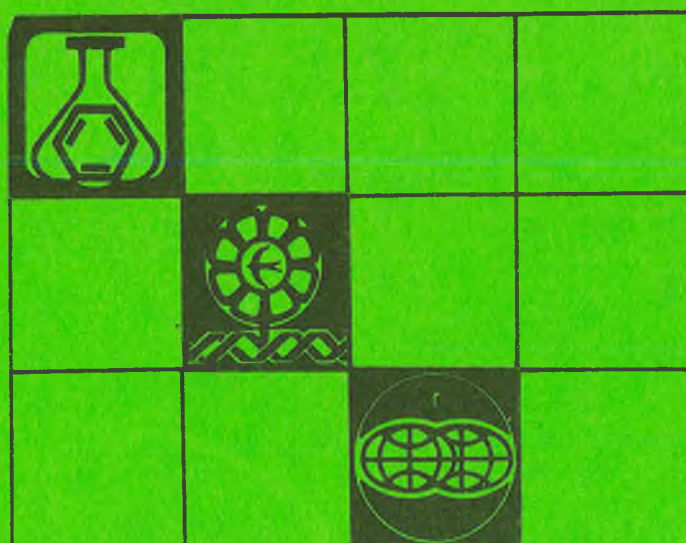
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

1'94



СОДЕРЖАНИЕ

НАШИ ЛАУРЕАТЫ

<i>Лопатин И. К.</i> Биологическое разнообразие: энтомофауна Беларуси и задачи исследования	3
---	---

ХИМИЯ

<i>Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Юркович Т. Л., Борщевская Т. И.</i> Влияние специфических взаимодействий на стабилизацию сорбционных связей полиэлектролит — аминокарбоновые кислоты при их необменной сорбции из бинарных водно-органических сред	7
<i>Свириденко В. Г., Пролесковский Ю. А., Мечковский С. А., Пантелеева С. М.</i> Титриметрическое определение серебра в высокоминерализованных рассолах . .	13
<i>Степанова Л. И., Барковская Л. В., Пуrowsкая О. Г.</i> Химическое осаждение пленок Ni-W-P на поверхность монокристаллов арсенида галлия	15
<i>Лахвич Ф. Ф., Хрипач Н. Б., Станишевский Л. С.</i> Синтез производных дигидроксипиперидинкарбоновых кислот на основе 3-гидроксипиперидин-4-онов	19
<i>Амелина Н. В., Бобровская В. П., Гаевская Т. В.</i> Исследование стабилизирующего воздействия пиримидиновых оснований на растворы химического осаждения меди	23
<i>Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Лабаревич И. И.</i> Подпотенциальное электрохимическое осаждение свинца на Au-электроде в условиях образования монослойных количеств PbS	25

БИОЛОГИЯ

<i>Пикулев А. Т., Хрипченко И. П., Пархимович Т. В.</i> Влияние некоторых аминобифенилов на активность ацетилхолинэстеразы мозга крыс	29
<i>Кондратенко Г. Г., Юркович Т. Л., Стельмах В. А.</i> Поликапран. 4. Особенности биодеградации локального гемостатика при имплантационном применении	31
<i>Юрин В. М., Соколик А. И.</i> Растительная клетка как модель для исследования мембранотропного действия химических соединений	35
<i>Бабицкий В. А.</i> Мейобентос трех озер Гомельской области: предварительная оценка динамики, содержания радионуклидов и их потока	38
<i>Бурко Л. Д.</i> Надежность скелета конечностей птиц	44

ГЕОГРАФИЯ

<i>Козловская Л. В., Томашевич А. В.</i> К вопросу о перестройке структуры экономики Беларуси	47
<i>Жмодяк Р. А., Капельщиков Н. А., Шалькевич Ф. Е.</i> Гидрографическая сеть как индикатор новейших тектонических движений	51
<i>Киселев В. Н., Марзин И. Г.</i> Эоловые формы рельефа Белорусского Полесья	55
<i>Ничипорович Д. В., Зайко С. М., Горблюк А. В., Лобач Т. Я., Вашкевич Л. Ф.</i> Экологические аспекты изменения мелиорированных почв в Республике Беларусь	59
<i>Новиков Г. В., Романов В. П., Капельщиков Н. А., Фейгельман М. Е.</i> Влияние Игналинской АЭС на состояние оз. Дрисвяты	63
<i>Круговой А. В., Чертко Н. К., Юхневич Д. И.</i> Геохимическая структура как основа моделирования интенсивности латеральной миграции химических элементов в ландшафте	67
<i>Каратаев А. Ю., Самойленко В. М., Бойкова С. А., Вежновец Г. Г., Лешкович Л. Е., Ильяшенко В. И.</i> Эвтрофирование озер Березинского заповедника	70

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

<i>Анатолий Тимофеевич Пикулев</i>	74
--	----

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

<i>Петр Алексеевич Ляровский</i>	77
--	----

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

1'94

ФЕВРАЛЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“

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

Редакционная коллегия серии:

*А. И. ЛЕСНИКОВИЧ (ответственный редактор),
Р. А. ЖМОЙДЯК, Ф. Н. КАПУЦКИЙ, В. Н. КИСЕЛЕВ,
Л. В. КОЗЛОВСКАЯ, Н. М. КРЮЧКОВА, И. К. ЛОПАТИН,
Е. П. ПЕТРЯЕВ, В. В. СВИРИДОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ,
Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, В. Ф. ТИКАВЫЙ, А. В. ТОМАШЕВИЧ,
Ю. К. ФОМИЧЕВ, В. М. ШИРОКОВ (зам. ответственного
редактора), А. С. ШУКАНОВ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ (ответ-
ственный секретарь), О. Ф. ЯКУШКО*

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1

*Редактор А. И. Гуторова
Младший редактор Г. М. Добыни
Художественный редактор В. А. Ермоленко
Технический редактор и корректор Г. И. Хмарун*

Набор и верстка журнала выполнены на издательско-редакционной системе
«Союз»

Сдано в набор 21.01.94. Подписано в печать 15.02.94. Формат 70 × 108 1/16. Бумага
офс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,52. Уч.-изд. л. 8,27. Ти-
раж 2260 экз. Зак. 57. Цена 100 р.

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

Типография издательства «Белорусский Дом печати». 220013, Минск, пр. Ф. Ско-
ринны, 79.

© Вестник Белгосуниверситета, 1994

НАШИ ЛАУРЕАТЫ

Решением Ученого совета Белгосуниверситета в конце минувшего года были учреждены две премии имени бывших ректоров В. И. Пичеты и А. Н. Севченко за достижения в области гуманитарных и естественных наук.

В этом номере журнала выступает лауреат премии имени А. Н. Севченко заведующий кафедрой зоологии доктор биологических наук, профессор И. К. Лопатин.

УДК 574.9 + 591.553

И. К. ЛОПАТИН

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ЭНТОМОФАУНА БЕЛАРУСИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Biodiversity is an important index of ecosystems. The ecosystems which contain many species are stable. The insects are the most diverse and numerous in terrestrial ecosystems. The different aspects of the research of the entomofauna of Byelorussia are considered in this article.

Роль и практическое значение живых организмов в биосфере определяются их разнообразием и численностью [1]. Разнообразие же можно рассматривать с двух сторон—как разнообразие видов, т. е. истинное разнообразие, и как функциональное разнообразие, или разнообразие экологическое («разнообразии специализаций»). Любая экосистема, начиная с локальной и кончая биосферой, успешно функционирует только, если в ней достаточно много видов живых организмов и если все «специальности» имеются в наличии. Тогда круговорот веществ и поток энергии через экосистему осуществляются нормально и последняя сохраняется и работает в течение неограниченного времени. В последние десятилетия, когда разрушение природных экосистем приняло угрожающие размеры, исследование биологического разнообразия как основы стабильности среды стало актуальной задачей.

Сейчас на нашей планете установлено не менее 1,5 млн видов живых организмов, но есть основание считать, что действительное их число гораздо больше. Из полутора миллионов видов животных, растений и микроорганизмов только на долю насекомых приходится не менее миллиона. Они во всех частях земного шара качественно и количественно превышают численность прочих наземных организмов вместе взятых, участвуя в любых звеньях биологического круговорота.

Естественно, что и теоретическая биология и ее приложение к решению практических задач сельского хозяйства, лесоводства, здравоохранения не могли не обратить внимания на различные аспекты изучения насекомых. Их роль и значение в жизни биосферы, в жизни и хозяйстве человека громадны. С одной стороны, они выступают как участники биологического круговорота, являются его катализаторами, ускоряя превращение одних веществ в другие. Насекомые—основные опылители цветковой растительности, без них не было бы плодов и семян; они разрушают мертвые органические вещества (опавшие листья, древесину и т. п.) и вместе с грибами и микроорганизмами превращают их в минеральные вещества—пищу для растений; они участвуют в процессе почвообразования; являются «санитарами Земли», утилизируя навоз и трупы животных. Наконец, все насекомые без исключения равномерно рассеивают химические элементы на поверхности суши.

С другой стороны, они являются основными соперниками человека, уничтожая пищевые продукты людей. В мире зарегистрировано около 8000 видов насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений. Например, ежегодные потери США от насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур равняются по последним данным 45 млрд долларов. Без преувеличения можно сказать, что человечество использует две трети

плодов своего труда, а одна треть идет на прокорм насекомых. Борьба же с вредителями трудна и дорого стоит.

Многие насекомые переносят возбудителей заболеваний человека, таких как малярия, сыпной тиф, чума, энцефалиты, дизентерия и массы тропических болезней. То же можно сказать и в отношении так называемых зоонозов, иначе говоря, заболеваний домашних животных.

Поэтому не удивительно, что изучением насекомых во всем мире заняты десятки тысяч ученых-энтомологов. Сотни институтов, лабораторий, опытных станций по защите растений исследуют строение, развитие и экологию насекомых. В мире издается около 3000 энтомологических журналов различного профиля.

Между тем за исключением немногих стран Европы и Северной Америки даже видовой состав фауны насекомых изучен крайне недостаточно, а многие группы их вообще не исследованы. Поэтому невозможно ответить в достаточной степени определенно на простейший вопрос: сколько видов насекомых обитает в конкретной местности, не говоря уже о том, сколько из них относится к категории вредных и каких насекомых можно использовать для борьбы с вредителями в качестве агентов биологического контроля. К примеру, в фауне Британии известно 3,8 тыс. видов жуков, в Финляндии—3,6 тыс. видов, в бывшем СССР с применением экстраполяции предположительно 20—22 тыс. видов. А вот в Беларуси эта цифра пока не установлена. И это только по одному из 35 подразделений (отрядов) насекомых. С другими еще хуже. Объясняется это несколькими причинами, из которых две—основные. Во-первых, разнообразие насекомых слишком велико и, во-вторых, специалистов-энтомологов слишком мало. Это касается практически всех стран, в том числе и экономически развитых, с давними культурными и научными традициями. Если говорить только о европейских странах, то, по крайней мере, основные вредители сельскохозяйственных культур и древесных пород, а также главные переносчики возбудителей заболеваний человека уже известны и меры борьбы с ними в основном разработаны и испытаны. В развивающихся странах нет и этого.

В настоящее время Международный союз биологических наук (IUBS) и Научный комитет по проблемам окружающей среды (SCOPE) при ЮНЕСКО предложили для разработки программу изучения биологического разнообразия биосферы Земли от генов до экосистем, считая, что от успешного решения поставленных задач будут зависеть наши мероприятия по сохранению целостности и нормального функционирования биосферы [2].

Первое усилие, как указывается в программе, состоит в получении точной оценки числа описанных видов и составлении кадастра. Отмечается также малый прогресс в составлении всеобъемлющего списка насекомых. Поэтому в качестве первой рекомендации предлагается в течение 5 лет составить список всех описанных видов на уровне семейства или выше. Как видим, о списке видов речи даже не ведется, поскольку нет специалистов по многим важным группам организмов даже в развитых странах.

В полной мере сказанное относится и к Беларуси. Хотя изучение ее животного мира началось еще в XVIII в. (наряду с другими частями Российской империи), только позвоночные животные—звери, птицы, пресмыкающиеся, земноводные и рыбы—изучены с достаточной полнотой и есть не только списки видового состава, но и определители. Что же касается насекомых, то едва ли половина их известна нашим специалистам. Больше всего сведений о видовом составе двух отрядов—чешуекрылых и жесткокрылых (бабочек и жуков), в основном потому, что это излюбленные объекты коллекционирования, а также из-за их эстетической ценности. По существу, началом изучения видового разнообразия насекомых Беларуси явилась работа Н. Арнольда [3], в которой был приведен большой список видов нескольких отрядов насекомых тогдашней Могилевской губернии. И хотя со времени публикации Н. Арнольда прошло больше 90 лет, эта работа никогда не потеряет своего значения первоисточника и свидетельства тогдашнего состояния энтомофауны восточной части нашей республики.

Современные направления в изучении видового разнообразия насе-

комых Беларуси сводятся к инвентаризации их видового состава и мониторингу, с одной стороны, и к исследованию места и роли насекомых в биоценозах, с другой. В республике энтомологи объединены в Белорусское энтомологическое общество, ячейки которого имеются в Минске, Витебске, Гомеле и Гродно. Наиболее активно работают энтомологи-систематики и фаунисты в Институте зоологии АН и на биологических факультетах Белорусского государственного университета и Минского педагогического университета. Издан ряд сводок и определителей [4—9], не считая многочисленных журнальных публикаций, что постепенно выводит нашу республику в число стран, активно разрабатывающих проблемы биологического разнообразия на энтомологическом уровне. Однако эти работы следует значительно интенсифицировать.

В июне 1992 г. была принята Конвенция о биологическом разнообразии [10] на Конференции ООН по окружающей среде (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), в работе которой участвовали 118 глав государств и правительств. После ратификации Конвенции Верховным Советом Республики Беларусь проблемы сохранения биологического разнообразия должны занять центральное место в современной стратегии охраны окружающей среды Беларуси. Об этом говорится в рекомендациях Международной научно-практической конференции по проблемам сохранения биологического разнообразия, прошедшей в ноябре 1993 г. в Минске [11]:

«3.1.1. Расширение и углубление фундаментальных исследований по изучению и сохранению биоразнообразия, создав специальную приоритетную научную программу». Для успешного изучения биологического разнообразия необходимо иметь достаточное количество специалистов. Поэтому в указанных рекомендациях записано: «5. Обратить внимание высшей школы на необходимость разработки программы обучения студентов на биологических факультетах университетов Беларуси, сельскохозяйственных и лесных ВУЗов, пединституты, придавая первостепенное значение формированию навыков и знаний сохранения и устойчивого использования биоразнообразия».

Группа исследователей-энтомологов Белорусского университета и Минского педагогического университета, в которую наряду с опытными преподавателями входит и научная молодежь, в том числе студенты, уже многие годы разрабатывает проблему биологического разнообразия в местных экосистемах, в том числе в урбоценозе Минска. Большое место в наших исследованиях занимает выявление видового разнообразия насекомых в республике в целом, особенно же в охраняемых районах—Беловежской пушче и Припятском ландшафтно-гидрологическом заповеднике. Те же задачи в Березинском биосферном заповеднике ряд лет решают энтомологи Института зоологии АН Беларуси. Разрабатываемое нами направление выясняет закономерности формирования энтомоценозов и их изменений в лесной зоне Европы, и Беларуси в частности. В меру своих возможностей мы прилагаем усилия для реконструкции былых энтомоценозов, что должно показать ход их изменений в историческом времени. Постепенно готовятся работы монографического характера, посвященные отдельным группам насекомых, что в будущем составит основу многотомного издания «Фауна Беларуси», о необходимости которого неоднократно говорилось на съездах зоологов нашей республики.

Разработки в области теоретической и прикладной энтомологии нашли признание в научных кругах СНГ и Европы. Наши публикации в области биологического разнообразия используются самым широким образом, что можно установить по их рейтингу и индексу цитирования. Беларусь представлена в Постоянном оргкомитете международных симпозиумов по энтомофаунистике Средней Европы и регулярно в них участвует. В 1991 г. президенту Белорусского энтомологического общества была присуждена почетная медаль этих симпозиумов «За выдающиеся заслуги в изучении энтомофауны Европы». Энтомологическая школа Белорусского университета уже сейчас включает не один десяток активно работающих исследователей, нашедших свое место в большинстве научно-исследовательских и учебных учреждений республики, а также других стран.

Признавая определенные заслуги белорусских энтомологов в разработке проблем изучения и сохранения биологического разнообразия, следует все же сказать, что стоящие перед нами задачи требуют усиления всех работ этого направления. В первую очередь, исходя из специфики работы вузов, следует улучшить подготовку квалифицированных энтомологов-систематиков. Многие отряды насекомых остаются совершенно неизученными из-за отсутствия специалистов. Необходима четкая координация всех энтомологических исследований, проводимых в республике, чтобы избежать распыления сил и дублирования работ. Необходимо осознание первоочередности фундаментальных исследований в области систематики, фаунистики и экологии насекомых. Необходима, наконец, широкая кооперация ученых-энтомологов, решающих сходные задачи как в странах СНГ, так и в Европе вообще, что поможет ускорить процесс познания видового разнообразия насекомых нашей фауны.

Список литературы

1. Лопатин И. К. Беспозвоочные // Основы природопользования. Мн., 1980. С. 334.
2. Solbrig O. (ed.). From genes to ecosystem. A research agenda for biodiversity. Cambridge, 1991.
3. Арнольд Н. Каталог насекомых Могилевской губернии. Спб., 1902.
4. Ионисиани Т. Г. Жуки-долгоносики Белоруссии. М., 1972.
5. Мержеевская О. И., Литвинова А. Н., Молчанова Р. В. Чешуекрылые Белоруссии. Каталог. Мн., 1976.
6. Хотько Э. И. Определитель жужелиц. Мн., 1978.
7. Фауна и экология насекомых Белоруссии. Мн., 1979.
8. Лопатин И. К. Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики. Определитель. Мн., 1986.
9. Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. Мн., 1991.
10. Конвенция о биологическом разнообразии. Программа ООН по окружающей среде. ЮНЕП. 1992.
11. Рекомендации Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия Беларуси». ГКРБ по экологии. Мн., 9—11 ноября 1993 г.



УДК 542.61

Ф. Н. КАПУЦКИЙ, Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ, Т. И. БОРЩЕНСКАЯ

ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА СТАБИЛИЗАЦИЮ СОРБЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ—АМИНОКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ ПРИ ИХ НЕОБМЕННОЙ СОРБЦИИ ИЗ БИНАРНЫХ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕД

The specific energy interaction of a number aminocarbonic acids, when they are sorbed from water-ethanol mixtures on two ionexchangers: weak acid cationexchanger and a high basic anionexchanger is estimated. It is shown that at high ethanol concentrations the energy of specific interaction is the decisive factor of sorption bonds stabilisation between the aminoacids and the polyelectrolytes.

Создание физиологически активных полимеров (ФАП), изучение их фармакологических свойств и внедрение в клиническую практику—актуальная область знания, быстро развивающаяся на границе физической химии полимеров, органической химии, биохимии, фармакологии и медицины. ФАП представляют собой сочетание полимеров-носителей и физиологически активных веществ (ФАВ). Большое влияние на физиологическое действие ФАП оказывает характер связи между ФАВ и полимером-носителем. Благодаря исключительной простоте реализации довольно часто прибегают к формированию сорбционных связей ФАВ—носитель [1]. Однако недостатком полученных таким образом ФАП является ограниченная предсказуемость их поведения в условиях организма, обусловленная лабильностью таких связей [2]. Поэтому актуальна разработка методов стабилизации сорбционных связей ФАВ—носитель. В работах [3, 4] показано, что при сорбции ФАВ (главным образом аминокарбоновых кислот) целлюлозными полиэлектролитами из бинарных водно-органических сред свободная энергия сорбции сильно возрастает при высоких концентрациях органического компонента, что является указанием на возможное протекание стабилизации сорбционных связей. Подтверждение этой возможности может быть получено путем изучения энергии специфических взаимодействий ФАВ с полимером-носителем, которая тесным образом связана с энтропией сорбционного процесса.

В настоящей работе на примере двух полиэлектролитов рассмотрено влияние химической природы матрицы и ионогенных групп на энергию специфических взаимодействий α -аминокарбоновых кислот (АКК) при их сорбции из бинарных водно-этанольных сред переменного состава обоими полиэлектролитами.

Экспериментальная часть

В качестве полимеров-носителей рассмотрены слабокислотный катионит КБ-4п2(H^+) и сильноосновный анионит АРА-2п(Cl^-). В матрице катионита преобладают фрагменты алифатической природы, а в матрице анионита фрагменты ароматической природы. Катионит—неполярный сорбент благодаря ковалентному характеру связи протона с карбоксильной группой, анионит—сильно полярный полиэлектролит, ионогенные группы которого полностью ионизированы в водной среде. В качестве ФАВ выбраны цвиттерионные формы α -аминокарбоновых кислот (АКК). Этот выбор обусловлен тем, что АКК во многих отношениях

моделируют свойства более сложных ФАВ (полипептидов, ферментов, антибиотиков), а также желанием дальнейшего развития результатов, полученных в работах [3, 4].

Межфазное распределение АКК изучалось при 298 ± 1 К из нейтральных сред. И использованные кислоты и их характеристики приведены в таблице. Методики подготовки ионитов и проведения эксперимента

Значения V_M , ΔG_d^0 , ΔG_d^{0*} , $\delta \Delta G^{0*}$ в системах КБ-4п2(H^+) и АРА-2п(Cl^-) — водно-этанольные растворы (кДж · моль $^{-1}$)

АКК	КБ-4п2(H^+)				АРА-2п(Cl^-)		
	$V_M(см^3)$	$-\Delta G_d^0$	$-\Delta G_d^{0*}$	$-\delta \Delta G^{0*}$	$-\Delta G_d^0$	$-\Delta G_d^{0*}$	$-\delta \Delta G^{0*}$
$N_2 = 0,00$							
Глицин	52,2	2,7	4,3	0,97	3,3	4,9	1,4
D, L-аланин	65,9	2,9	4,1	0,76	4,1	5,1	1,6
D-валин	94,2	3,8	4,0	0,71	4,6	4,6	1,1
D, L-лейцин	108,3	4,4	4,1	0,80	5,1	4,5	1,0
Фенилглицин	113,3	—	—	—	5,6	4,8	1,3
L-β-фенил-α-аланин	127,4	2,6	1,7	- 1,6	8,3	7,0	3,5
$N_2 = 0,27$							
Глицин	52,2	3,9	2,3	4,7	3,3	3,6	4,2
D, L-аланин	65,9	3,7	2,9	5,3	3,6	3,8	4,4
D-валин	94,2	2,9	2,8	5,2	3,3	3,3	3,9
D, L-лейцин	108,3	2,6	2,8	5,2	3,0	3,1	3,7
Фенилглицин	113,3	—	—	—	3,5	3,6	4,2
L-β-фенил-α-аланин	127,4	3,5	4,1	6,5	2,5	2,7	3,3
$N_2 = 0,54$							
Глицин	52,2	6,0	4,3	8,0	6,7	3,7	10,5
D, L-аланин	65,9	5,0	3,8	7,5	4,8	2,8	9,6
D-валин	94,2	4,1	3,9	7,6	2,8	2,9	9,7
D, L-лейцин	108,3	3,7	3,4	7,1	2,9	4,0	10,8
Фенилглицин	113,3	—	—	—	4,0	5,4	12,2
L-β-фенил-α-аланин	127,4	5,1	4,1	7,8	4,2	5,7	12,5
$N_2 = 0,72$							
Глицин	52,2	7,4	5,2	9,8	8,0	4,7	12,5
D, L-аланин	65,9	6,1	4,5	9,2	5,1	2,8	10,6
D-валин	94,2	4,9	4,6	9,3	3,0	3,1	10,9
D, L-лейцин	108,3	4,8	4,4	9,1	3,0	4,2	12,0

описаны в [5, 6]. Константы межфазного распределения кислот (K_d) рассчитывались по начальным наклонам изотерм в координатах $\bar{C}$ (мэкв · г $^{-1}$) — $\bar{C}$ (мэкв · мл $^{-1}$). Надстрочный индекс относится к фазе ионита. Стандартная свободная энергия межфазного распределения кислот (ΔG_d^0) рассчитывалась по уравнению:

$$\Delta G_d^0 = -2,3 RT \log K_d \text{ (кДж · моль}^{-1}\text{)}. \quad (1)$$

С целью исключения влияния размера молекулы АКК на величину

ΔG_d^0 нами использована линейная зависимость $\log K_d - V_m$, в которой V_m —молярный объем АКК в жидком состоянии, рассчитанный по аддитивной схеме Мак Гоуна [7]. Угловым коэффициентом этой зависимости характеризует приращение свободной энергии сорбции, обусловленное возрастанием объема углеводородного радикала АКК на 1 см³. Свободная энергия сорбции, отнесенная к единому отсчетному объему 93,5 см³, который равен среднеарифметическому молярному объему изученных кислот, рассчитывалась по уравнению:

$$\Delta G_d^{0*} = \Delta G_d^0 - \operatorname{tg} \alpha [V_m(\text{ср.}) - V_m], \quad (2)$$

где $\operatorname{tg} \alpha$ —угловым коэффициентом зависимости $\Delta G_d^0 - V_m$, величина и знак которого меняется при переходе от водных растворов алифатических АКК к их растворам в бинарных водно-этанольных средах переменного состава.

Энергия специфических взаимодействий ($\delta \Delta G^{0*}$) [8] рассчитывалась по уравнению:

$$\delta \Delta G^{0*} = \Delta G_d^{0*} - \Delta G_{\text{угл.}}^{0*}, \quad (3)$$

где $\Delta G_{\text{угл.}}^{0*}$ —свободная энергия переноса углеводорода (молярный объем которого равен $V_m(\text{ср.})$) из внешнего бинарного раствора в раствор фазы полиэлектролита, которая рассчитывалась по формуле:

$$\Delta G_{\text{угл.}}^{0*} = \operatorname{tg} \alpha \cdot V_m(\text{ср.}). \quad (4)$$

Значения ΔG_d^0 , ΔG_d^{0*} и $\delta \Delta G^{0*}$ для систем с участием обоих ионитов приведены в таблице.

Результаты и их обсуждение

Сорбция АКК из водных растворов. Набухший анионит АРА-2п (Cl⁻) можно рассматривать как концентрированный водный раствор хлорида триалкилбензиламмония [9], в котором индивидуальная структура воды сильно разрушена. Поэтому движущей силой переноса АКК из воды в фазу набухшего в воде анионита является гидрофобный эффект. Действительно, из таблицы видно, что в ряду алифатических кислот выигрыш свободной энергии сорбции следует правилу Траубе. Энергия специфических взаимодействий алифатических АКК с фазами при их сорбции из воды не зависит от размера углеводородного радикала (среднее значение для систем с участием анионита АРА-2п (Cl⁻) равно -1,3 кДж·моль⁻¹ и -0,8 кДж·моль⁻¹ для систем с участием катионита КБ-4п2 (H⁺)) для всех кислот. Это согласуется с тем, что диэлектрические декременты и дипольные моменты алифатических кислот в водных растворах одинаковы [10]. Термодинамическая выгодность энергии специфических взаимодействий при сорбции алифатических кислот из водных растворов обусловлена доминирующим вкладом ион-дипольных взаимодействий (в системах с участием АРА-2п(Cl⁻)) и диполь-дипольных взаимодействий (в системах с участием КБ-4п2(H⁺)) ионогенных групп полиэлектролитов с функциональными группами АКК.

Влияние концентрации спирта на сорбционный процесс. На рис. 1 изображены изотермы $\log K_d - N_2$ (N_2 —молярная доля спирта). Характерным является пересечение изотерм при N_2 , равном 0,25 для систем с участием анионита и равном 0,15 для систем с участием катионита, и обращение порядка чередования изотерм при значениях N_2 , расположенных правее точек пересечения: выше всех проходит изотерма глицина и ниже всех располагается изотерма лейцина. Обращение порядка чередования изотерм протекает параллельно с обращением знака энергии сольвофобных эффектов, как это видно из рис. 2, на котором нанесена зависимость $\operatorname{tg} \alpha - N_2$ для систем с участием обоих полиэлектролитов. С увеличением молярной доли спирта отрицательная величина $\operatorname{tg} \alpha$ в системах с участием обоих ионитов возрастает. Она равна нулю в системах с участием катионита при молярной доле спирта 0,15, а в системах с участием анионита—при молярной доле спирта 0,25. При концентрациях

спирта, расположенных правее точек пересечения, значения $\lg \alpha$ становятся положительными и возрастают в системах с участием анионита сильнее, чем в системах с участием катионита. При значениях N_2 , соответствующих пересечению изотерм, сорбции полярности растворов обеих фаз и их сольвофобные эффекты выравниваются. При этих

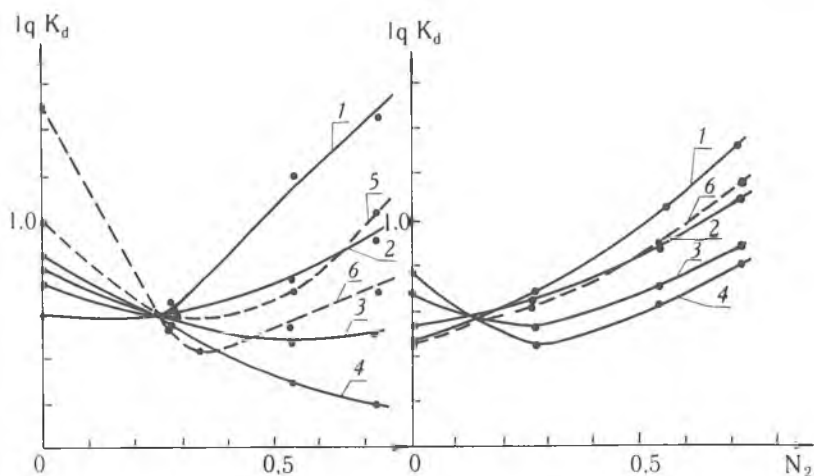


Рис. 1. Изотермы $\log K_d$ — N_2 (1—глицина, 2—аланина, 3—валина, 4—лейцина, 5—фенилглицина, 6—фенилаланина) в водно-этанольных растворах: а) анионитом АРА-2п (Cl^-); б) катионитом КБ-4п2(H^+)

составах свободная энергия переноса углеводородных радикалов из внешнего раствора в раствор фазы полиэлектролита равна нулю и сорбция АКК обусловлена только выигрышем энергии специфических взаимодействий. Внешние растворы, соответствующие точкам пересечения изотерм, будем для краткости называть «изоструктурными» по отношению к равновесным растворам фазы полиэлектролита. При молярных долях спирта, превышающих «изоструктурный» состав, перенос

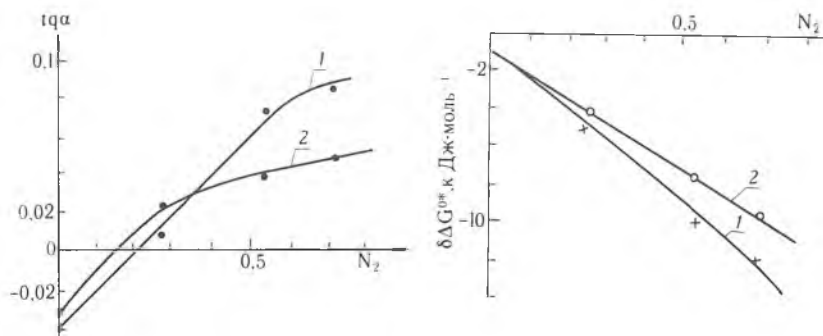


Рис. 2. Зависимость tga от состава бинарного водно-этанольного раствора для систем с участием: 1—анионита АРА-2п (Cl^-); 2—катионита КБ-4п2(H^+)

Рис. 3. Зависимость средних значений $\delta \Delta G^{0*}$ алифатических аминокислот от состава бинарного водно-этанольного раствора для систем с участием: 1—анионита АРА-2п (Cl^-); 2—катионита КБ-4п2(H^+)

углеводородных радикалов из внешнего раствора в раствор фазы ионита становится термодинамически невыгодным. Они выталкиваются из фазы полиэлектролита тем сильнее, чем больше их масса и выше концентрация спирта. Область составов внешнего раствора, расположенная правее «изоструктурного», характеризуется не только обращением порядка чередования изотерм сорбции, но и изменением природы сорбционного процесса. Об этом свидетельствует веерообразное расхождение изотерм $\log K_d$ — N_2 и сильное возрастание факторов парного разделения АКК по сравнению с их значениями до «изоструктурного» состава внешнего раствора. При высоких концентрациях спирта ионит сильно отбухает, что

сопровождается возрастанием концентрации ионогенных групп и отрезков цепей матрицы. При этом молекулы спирта в растворе фазы ионита ориентируются таким образом, что их углеводородные радикалы «растворяются» в неполярной псевдофазе, а спиртовые ОН-группы ориентируются в сторону полярной псевдофазы ионита. При такой ориентации ослабляется экранирование силовых полей функциональных групп спирта углеводородными радикалами, повышается реакционная способность этих групп и уменьшается их способность к самоассоциации, сильно выраженная в фазе внешнего раствора. Такая ориентация молекул спирта сопровождается повышением полярности раствора фазы ионита и усилением донорно-акцепторных взаимодействий между спиртовыми ОН-группами и функциональными группами АКК, которыми следует объяснять резкое возрастание сорбции АКК при высоких концентрациях спирта. Возможное альтернативное объяснение заключается в том, что сильное отбухание ионита сопровождается увеличением концентрации ионогенных групп и усилением ион-дипольных взаимодействий этих групп с функциональными группами АКК. Однако с увеличением концентрации спирта степень ионности связи фиксированный катион—подвижный анион сильно уменьшается, а поэтому это объяснение не в состоянии истолковать возрастание сорбции АКК при высоких концентрациях спирта. Тем более это объяснение неприменимо к системам с участием катионита КВ-4п2(Н⁺), ионогенные группы которого слабо ионизируют даже в водных растворах.

Обращение порядка чередования изотерм сорбции при составах растворов, превышающих «изоструктурные», тесным образом связано с еще одним обстоятельством. АКК находятся в водно-этанольных растворах в дестабилизированном состоянии, которое обусловлено сольватационным дефицитом [11, 12]. Количественной характеристикой этой дестабилизации является термодинамически невыгодная свободная энергия переноса (ΔG_i^0) АКК из воды в бинарные растворы переменного состава [11, 12]. Значения ΔG_i^0 сильно возрастают с увеличением N₂ и уменьшаются с увеличением массы углеводородного радикала АКК. В работе [13] показано, что для каждой АКК существует достаточно четкая корреляция между значениями ΔG_d^0 и ΔG_i^0 , т. е. возрастание дестабилизации молекул АКК в бинарном растворе сопровождается усилением их перехода в раствор фазы ионита. Это, наряду с изменением знака $\lg \alpha$, является дополнительным подтверждением более высокой полярности раствора фазы полиэлектролита по сравнению с равновесным внешним раствором при его составе, расположенных правее «изоструктурного».

Таким образом, изменение природы сорбционного процесса при высоких концентрациях спирта может быть объяснено действием двух факторов: усилением донорно-акцепторного взаимодействия между функциональными группами спирта и АКК и дестабилизацией АКК в фазе внешнего раствора. Не исключено, что описанный кооперативный сорбционный процесс носит общий характер. В работе [14] было обнаружено сильное возрастание необменной сорбции неорганических электролитов органическими ионитами из водно-спиртовых растворов при высоких концентрациях спирта.

Сопоставление результатов, полученных при сорбции АКК обоими полиэлектролитами из бинарных растворов одинакового состава, позволяет высветить влияние природы матрицы и ионогенных групп на свободную энергию сорбции и на энергию специфических взаимодействий АКК с фазами. Из рис. 2 видно, что при малых концентрациях спирта зависимость $\lg \alpha$ —N₂ проходит в системах с участием катионита заметно выше, чем в системах с участием анионита. Это свидетельствует о большей полярности раствора фазы катионита по сравнению с раствором фазы анионита, несмотря на то, что он содержит менее полярные ионогенные группы. Это может быть объяснено высокой концентрацией в матрице анионита ароматических фрагментов, с которыми алифатические радикалы спирта плохо совмещаются, что затрудняет ориентацию молекул спирта в фазе набухшего АРА-2п (Cl⁻). Усиливается их самоассоциация и ослабляются донорно-акцепторные взаимодействия между функциональными группами спирта и АКК. В системах с участием

катионита псевдофаза алифатической природы неполярная и описанная выше ориентация молекул спирта протекает даже при его малых концентрациях. С увеличением концентрации спирта ($N_2 > 0,35$) зависимость $\lg \alpha - N_2$ проходит в системах с участием анионита значительно выше, чем в системах с участием катионита. Это обусловлено возрастанием концентрации ионогенных групп анионита, представляющих собой хлорид триметилбензиламмония в растворе фазы анионита. Наблюдающееся увеличение концентрации алифатических радикалов благоприятствует усилению ориентации молекул спирта и их донорно-акцепторных взаимодействиям с функциональными группами АКК.

Данные, приведенные в таблице, дополняют сказанное. Видно, что при сорбции алифатических АКК из водных растворов термодинамическая выгодность величин ΔG_d^0 и $\delta \Delta G^0$ несколько выше в системах с участием анионита. Это обусловлено тем, что энергия ион-дипольных взаимодействий ионогенных групп анионита с функциональными группами АКК выше энергии диполь-дипольных взаимодействий карбоксильных групп катионита с функциональными группами АКК. При умеренных концентрациях спирта ($N_2 = 0,27$) значения $\delta \Delta G^0$ постоянны в системах с участием катионита и уменьшаются в системах с участием анионита по мере увеличения массы углеводородного радикала АКК. Это результат ухудшения ориентации молекул спирта и АКК благодаря высокой концентрации ароматических радикалов в неполярной псевдофазе анионита, что сопровождается ослаблением кооперативного характера сорбционного процесса.

При высоких концентрациях спирта ($N_2 = 0,54$ и $0,72$) термодинамическая выгодность энергии специфических взаимодействий в системах с участием анионита выше, чем в системах с участием катионита, причем у кислот с большой массой бокового радикала (валин, лейцин) наблюдается заметный сдвиг $\delta \Delta G_d^0$ в термодинамически выгодную область. Это обусловлено сильным возрастанием концентрации метильных радикалов, что сопровождается усилением кооперативного эффекта и специфических взаимодействий, уменьшением энтропии и свободной энергии сорбции. Рис. 3 иллюстрирует сказанное. Видно, что при небольших значениях N_2 значения $\delta \Delta G^0$ в системах с участием обоих ионитов практически не различаются, но, начиная с $N_2 \approx 0,30$ и выше, значения $\delta \Delta G^0$ в системах с участием анионита смещаются в термодинамически выгодную область по сравнению с системами с участием катионита.

Таким образом, при высоких концентрациях спирта решающим фактором стабилизации сорбционных связей полиэлектролит—АКК (и, вероятно, других ФАВ) является энергия специфических взаимодействий, которая значительно превосходит свободную энергию сорбции. Стабилизация проявляется сильнее в системах с участием анионита.

Список литературы

1. Платэ Н. А., Васильев А. Е. Физиологически активные полимеры. М., 1986.
2. Тривен М. Имобилизованные ферменты. М., 1983.
3. Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л., Белая А. В., Костерова Р. И. // Журн. прикл. химии. 1985. Т. 58. С. 138.
4. Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Юркштович Т. Л., Голуб Н. В. // Докл. АН Беларуси. 1991. Т. 35. № 9. С. 805.
5. Кононова К. А., Фаворская И. А. // Вестн. ЛГУ. Сер. хим. и физ. наук. 1962. Вып. 3. № 16. С. 135.
6. Старобинец Г. Л., Борщенская Т. И., Максимова С. Г. // Докл. АН БССР. 1983. Т. 27. № 2. С. 138.
7. Mc. Gowan J. S. // Journ. Appl. Chem. Biotechnol. 1978. V. 28. P. 599.
8. Huyskens P. L., Task J. J. // Journ. Phys. Chem. 1975. V. 79. № 16. P. 1654.
9. Гельферих Ф. Иониты. М., 1962.
10. Kirchnerova J., Fargell P. G., Edvard J. T. // Journ. Phys. Chem. 1976. V. 80. N 18. 1974.
11. Nozaki Y., Tanford Ch. // Journ. Biol. Chem. 1971. V. 246. N. 7. P. 2211.
12. Deu B. P., Lahiry S. C. // Indian J. of Chem. 1988. V. 27A. P. 297.
13. Борщенская Т. И. Необменная и обменная сорбция аминокислотных и аминотолуолаульфоновых кислот нерастворимыми полиэлектролитами и жидкими анионитами. Автореф. дис. ...канд. хим. наук. Мн., 1992.
14. Старобинец Г. Л., Максимова С. Г. // Журн. физ. химии. 1980. Т. 54. № 8. С. 2079.

**ТИТРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЕБРА
В ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РАССОЛАХ**

Optimal conditions of titrimetric determination of microquantities of silver in polycomponent brines in presence of a great number of chloride-, bromide-, iodide ions are found. Interfering action of mercury, lead, copper and zinc cations is removed. Modified method of quantitative titrimetric determination of silver in highly-mineralized natural brines is developed.

Подземные рассолы—многокомпонентные системы, поэтому экспериментальное определение в них содержания микроколичеств элементов—процесс трудоемкий [1]. При низких содержаниях отдельных элементов в высокоминерализованных рассолах их количественное определение осложняется повышенной чувствительностью к большим вариациям солевого состава, pH раствора, изменениям температуры и давления, возникающим при выделении элементов из растворов и отделении их от других компонентов [2].

Присутствие в рассолах больших количеств хлорид-ионов, а также значительных количеств бромид- и иодид-ионов позволяет судить о том, что серебро в данной среде находится в виде продуктов взаимодействия ионов Ag^+ с галогенид-ионами. В условиях высокой минерализации не представляется возможным априорно оценить степень влияния отмеченного взаимодействия на состояние ионов серебра и протекание основной химической реакции, используемой при титриметрическом определении. Определение может также осложняться присутствием в рассоле органических веществ, природа которых достаточно сложна и оценка их влияния затруднена [3—6]. Известно, что количественному определению серебра в природных водах и рассолах мешает присутствие катионов ртути, свинца, меди, цинка.

Т а б л и ц а 1

Влияние способа предварительной обработки
на результаты количественного определения серебра
титриметрическим методом в природных рассолах
($n = 4$, $p = 0,95$)

Минерализация рассола, г/л	Содержание серебра, г/л·10 ⁻¹	
	1	2
177	0,48±0,02	0,46±0,02
242	0,28±0,01	0,30±0,02
313	0,32±0,02	0,38±0,02
353	0,38±0,02	0,44±0,02
585	0,36±0,01	0,40±0,01

П р и м е ч а н и я: 1—смесь концентрированных серной и азотной кислот; 2—смесь персульфата аммония и серной кислоты (1:1).

Настоящая работа посвящена изучению оптимальных вариантов титриметрического определения микроколичеств серебра в поликомпонентных рассолах и разработке модифицированной методики количественного анализа.

С целью устранения влияния органических компонентов и галогенид-ионов на определение серебра исследуемые образцы рассолов обрабатывали смесью концентрированных серной ($\rho = 1,84$ г/см³) и азотной ($\rho = 1,4$ г/см³) кислот, а также 25 %-м раствором персульфата аммония и разбавленной серной кислоты (1:1).

Исследования показали, что если минерализация рассолов составляла до 300 г/л, то при обработке их смесью концентрированных кислот получались удовлетворительные результаты определения серебра титриметрическим методом. При повышении общего содержания солей от 300 до 500 г/л для предварительной обработки проб целесообразнее использовать смесь персульфата аммония и разбавленной серной кислоты (табл. 1), так как результаты определения серебра резко снижались.

Возможно, это связано с увеличением скорости выпадения осадка хлорида серебра.

Установлено, что с увеличением общей минерализации рассолов, т. е. с возрастанием содержания хлорид-ионов, результаты определения серебра становятся нестабильными, искажаются. Вероятно, в присутствии повышенных концентраций хлорид-ионов растворимость хлорида серебра достигает минимума, поэтому в подобных случаях необходимо проводить его предварительное концентрирование.

Устранение влияния мешающих катионов ртути, свинца, меди и цинка на результаты определения серебра в высокоминерализованных рассолах достигали путем связывания их в комплексные соединения трилоном Б. Для этого использовали растворы трилона Б с концентрацией 0,05—0,1 моль/л. Проведенные испытания показали, что трилон Б в концентрации 0,08 М полностью связывал ионы тяжелых металлов в комплексы (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Результаты определения микроколичеств серебра
в природных рассолах
в присутствии сопутствующих элементов
($n = 5$, $p = 0,95$)

№ п/п	Введено, моль/л $\cdot 10^{-2}$	Найдено, моль/л $\cdot 10^{-2}$
I	1. 1,83 $\pm$ 0,05	1,72 $\pm$ 0,05
	2. —————	1,79 $\pm$ 0,05
II	1. 2,58 $\pm$ 0,10	2,46 $\pm$ 0,10
	2. —————	2,53 $\pm$ 0,10
III	1. 5,12 $\pm$ 0,010	4,68 $\pm$ 0,12
	2. —————	5,07 $\pm$ 0,12
IV	1. 6,40 $\pm$ 0,15	6,01 $\pm$ 0,15
	2. —————	6,28 $\pm$ 0,15

Примечания: 1—0,05 М трилон Б; 2—0,08 М трилон Б.

По итогам выполненных исследований предложена следующая модифицированная методика титриметрического определения серебра в высокоминерализованных рассолах: к 3—10 мл анализируемого рассола приливали 2 мл 25 %-го раствора персульфата аммония и 15 мл серной кислоты (1:1). Полученную смесь кипятили в течение 20 мин, затем раствор охлаждали до комнатной температуры, доводили до объема 100 мл, добавляли 2 мл 0,08 М раствора трилона Б и титровали 0,1 М раствором роданида калия в присутствии двойной соли сульфата аммония и железа (II). Результаты титриметрического определения серебра в природных рассолах согласуются с данными, полученными стандартным фотометрическим методом 7 (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Результаты сравнительного определения серебра
в высокоминерализованных рассолах Припятской впадины
($n = 4$, $p = 0,95$) титриметрическими и фотометрическими методами

Площадь и № скважины	Минерализация рассола, г/л	Содержание серебра, г/л $\cdot 10^{-1}$	
		титриметрический метод	фотометрический метод
Сводская, 2	320,5	0,18 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,04
В-Выступовичская, 12	320,8	0,20 $\pm$ 0,06	0,19 $\pm$ 0,04
Октябрьская, 13	343,0	0,14 $\pm$ 0,06	0,15 $\pm$ 0,02
Вересницкая, 2	353,8	0,17 $\pm$ 0,06	0,16 $\pm$ 0,04
Ю-Валавская, 35	355,0	0,28 $\pm$ 0,06	0,25 $\pm$ 0,04
Ю-Вишанская, 30	415,0	0,24 $\pm$ 0,05	0,24 $\pm$ 0,05

Таким образом, проведенные исследования показали, что высокоминерализованные природные рассолы нефтяных месторождений содержат повышенные количества серебра по сравнению с поверхностными природными водами (0,6—2,5 мкг/л). Изученные рассолы могут служить перспективным источником промышленного химического сырья при условии разработки эффективного метода концентрирования и выделения серебра.

Список литературы

1. Прокофьев А. К. // Успехи химии. 1983. Т. 52. № 6. С. 484.
2. Варшал Г. М., Велюханова Т. К., Концеева И. Л. и др. // Журн. аналит. химии. 1983. Т. 38. № 5. С. 1594.
3. Ramadevi P., Naidu V. V., Naidu G. R. K. // Journ. Radioanal. and Nucl. Chem. Zett. 1988. V. 128. № 4. P. 257.
4. Davis A. T. // Journ. Imag. Technol. 1990. V. 16. № 2. P. 91.
5. Торгов В. Г., Корда Т. М., Терентьева Л. А. // Благородн. мет.: химия и анал. Новосибирск, 1989. С. 4.
6. Дрозд Л. Е., Нейман Е. Л. // Деп. в ВИНТИ 18.04.89. № 2514-B89.
7. Моросапова Е. И., Кузьмин Н. М., Золотов Ю. А. // Тез. докл. III Всесоюз. конф. по химии и биохимии макроцикл. соединений. Иваново, 1988. Ч. 2. С. 283.

УДК 621:793.3:315

Л. И. СТЕПАНОВА, Л. В. БАРКОВСКАЯ, О. Г. ПУРОВСКАЯ

ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК Ni-W-P НА ПОВЕРХНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

Bath compositions and conditions for electroless Ni-W-P alloy plating on semiconductor GaAs have been investigated.

Ni alloy with tungsten (7 mol. %) and phosphorus (9 mol. %) films with good adhesion to GaAs surface have been plated from a hot (80—90 °C) neutral or weakly alkaline (pH 7—9) solution that contained sodium citrate as a ligand of Ni^{2+} ions.

Практическому использованию химически осажденных пленок металлов часто препятствуют трудности обеспечения удовлетворительной адгезии их к подложке. Дополнительные трудности возникают в тех случаях, когда подложка может подвергаться частичному растворению в растворах металлизации (примером может служить полиимидная пленка, подтраиваемая в процессе химического осаждения меди). Поэтому условия осаждения металлических пленок, обеспечивающие их хорошее качество при использовании какой-либо подложки, могут оказаться неприемлемыми при необходимости осуществления осаждения на подложку другого химического состава.

В данной статье рассматриваются результаты выполненного нами исследования, цель которого заключалась в выяснении особенностей осаждения пленок Ni-W-P на поверхность монокристаллов арсенида галлия—полупроводникового соединения, которое в последние годы начало приобретать все большее практическое значение для решения различных задач радиоэлектроники.

Заметим, что в известных работах по химическому осаждению пленок Ni-W-P они наносились на металлы или керамику [1—8], а в работе [9], посвященной химической металлизации GaAs, на его поверхность наносились пленки Ni из гидразиновых растворов, причем условия подготовки поверхности не обсуждались. Ряд рассмотренных в статье результатов характеризует закономерности формирования пленок Ni-W-P, не зависящие от природы подложки.

В данном исследовании использовались пластины арсенида галлия полуизолирующего типа, ориентированные в направлении [111], толщиной 300 мкм. Перед осаждением сплава подложки кипятились последовательно в двух порциях диметилформамида по 5 мин, промывались теплой и холодной проточной водой и ополаскивались в дистиллированной воде, после чего подвергались травлению.

Активирование протравленных подложек перед химическим осаждением проводилось путем ее последовательной обработки в растворе хлорида олова (1 мин), дистиллированной воде (10—20 с), растворе

хлорида палладия (1 мин) и повторно в дистиллированной воде (1 мин) [1].

Содержание никеля, вольфрама и фосфора в пленках определялось фотоколориметрически с использованием в качестве реагентов диметилглиоксима, роданида калия и фосфорно-молибденового комплекса соответственно. Электронно-микроскопическое исследование поверхности протравленного GaAs проводилось на приборе ЭМ-12 5-К с использованием угольных реплик. Распределение элементов по глубине пленок сплава исследовалось с помощью Оже-спектрометра 09-ИОС-10-05. Для

Составы растворов для травления арсенида галлия

№ раствора	Состав раствора	Скорость травления, мкм/мин	Время травления, мин
1	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 18:1:1$	0,3	2
2	$\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 2:8:3$	—	2
3	$\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 3:1:1$	5	2
4	$\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 1:4:4$	0,05	2

возбуждения Оже-электронов использовалось мягкое рентгеновское излучение K_α -линии алюминия с энергией 1,486 эВ. В качестве источника излучения при ионном травлении использовалась ионная аргоновая пушка со следующими характеристиками: $E = 3$ кэВ, $I = 300$ мкА, диаметр пучка 10 мкм. Вакуум поддерживался не ниже $2 \cdot 10^{-2}$ торр, скорость ионного травления 17 нм/мин. Количественное определение содержания

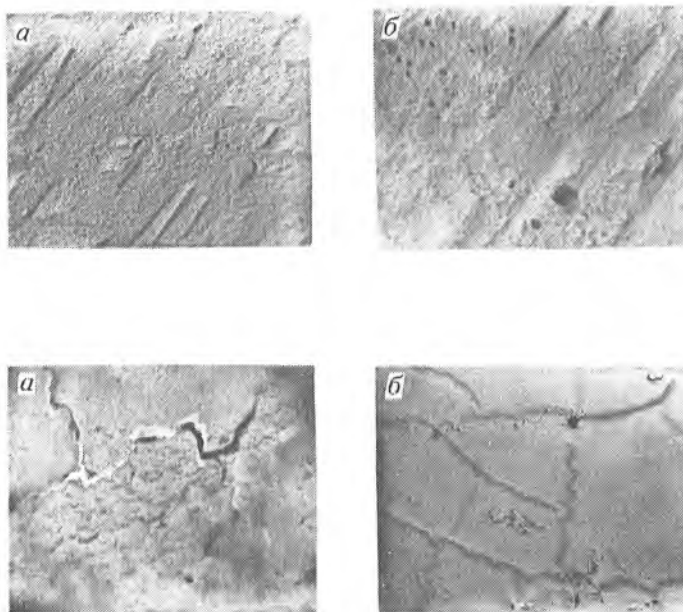


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки поверхности арсенида галлия после травления в травителе № 1—2 мин (а) и № 2—2 мин (б). Увеличение 20 тыс. раз (а, б)

Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки поверхности арсенида галлия, травленного в растворах № 3 (а) и № 4 (б) в течение 2 мин. Увеличение 20 тыс. раз (а, б)

элементов проводилось с точностью ± 5 отн. %. Определение адгезионной прочности сцепления пленок сплава с поверхностью GaAs проводилось путем нормального отрыва на разрывной машине МР-0,5-1.

Известно, что травление арсенида галлия, как правило, осуществляется в кислых или щелочных (чаще аммиачных) растворах в присут-

ствии пероксида водорода [10]. Известно также, что для достижения высокой силы сцепления металлической пленки с поверхностью подложки травитель должен обеспечить появление достаточно большого числа неглубоких и однородных по размеру каверн травления [11], гарантирующих максимальную площадь контакта на границе металл—подложка. Обезжиренные в диметилформамиде образцы полупроводника травились в одном из травителей, представленных в таблице. Установлено, что пластины GaAs предпочтительно травить в течение двух мин в травителях № 1 или 2. В этом случае в результате травления формируется необходимый рельеф поверхности, обеспечивающий высокую адгезионную прочность (рис. 1, а, б). Заметим, что исходные образцы арсенида галлия чрезвычайно гладкие и малоструктурированные и даже при увеличении в 100 тыс. раз на их поверхности не выделяются какие-либо структурные элементы.

Другие испытывавшиеся нами травящие растворы при той же длительности травления либо обладали слишком большой скоростью воздействия и перетравливали подложку (травитель № 3, рис. 2, а), либо, наоборот, растворяли полупроводник слишком медленно (травитель № 4, рис. 2, б). В обоих случаях в результате процесса травления требуемый рельеф поверхности не формировался, и адгезия пленок металла к поверхности полупроводниковой подложки оказывалась недостаточной.

Протравленные и активированные подложки помещались в раствор химического осаждения сплава Ni-W-P. Осаждение этих сплавов на металлические подложки или керамику можно проводить из гипофосфитных цитратных растворов, иногда в присутствии в них дополнительно ионов NH_4^+ при $\text{pH} = 5-10$, температуре $90 \pm 2^\circ\text{C}$ и концентрации вольфрамата натрия, существенно превышающей концентрацию соли никеля [1-8]. Поскольку аммиак является составной частью травителей для арсенида галлия, было необходимо найти условия получения сплава в его отсутствие, и поэтому в основной серии опытов использовали цитратный раствор состава (моль/л): $\text{NiSO}_4-0,02-0,10$, $\text{Na}_2\text{WO}_4-0,01-0,08$, Na цитрат- $0,1$, $\text{NaH}_2\text{PO}_2-0,1$. В процессе исследования установлено, что растворы химического осаждения сплава Ni-W-P данного состава с $\text{pH} = 5-6$ при температуре $90 \pm 2^\circ\text{C}$ могут использоваться только для получения относительно тонких (до 1 мкм) его пленок. При большей толщине пленки отслаиваются от поверхности арсенида галлия. Пленки толщиной до 10 мкм с хорошей адгезией к поверхности полупроводника удается воспроизводимо осадить из растворов с $\text{pH} = 7-9$, который создается добавлением NaOH . При такой щелочности растворов выделение сплавов Ni-W-P в интервале температур $60-70^\circ\text{C}$ происходит с малой скоростью (2-3 мкм/ч), что технологически невыгодно. Скорость осаждения заметно возрастает при увеличении температуры раствора до $80-90^\circ\text{C}$ и достигает 8-12 мкм/ч.

С ростом концентрации Na_2WO_4 от 0,01 до 0,08 моль/л (сумма концентраций солей никеля и вольфрама при этом постоянна и равна 0,1 моль/л) содержание вольфрама в сплаве возрастает от ~ 5 до ~ 17 мол. %, однако скорость осаждения при концентрации вольфрамата натрия, равной 0,08 моль/л, более чем в два раза ниже, чем при концентрации 0,07 моль/л. С учетом сказанного оптимальными в случае осаждения на арсенид галлия следует считать следующие условия: состав раствора (моль/л) $\text{NiSO}_4-0,03$, $\text{Na}_2\text{WO}_4-0,07$, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_8-0,1$, $\text{NaH}_2\text{PO}_2-0,1$; температура- $80-90^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7-9$. В этих условиях на полупроводниковую подложку при длительности процесса ≥ 10 мин осадается плотный полублестящий слой сплава Ni-W-P. В пленке толщиной 1 мкм после ее полного растворения в 5 м HNO_3 и удаления оксидов азота кипячением фотоколориметрически определяется 6,9 мол. % W, 9,3 мол. % P и 83,8 мол. % Ni.

На рис. 3 представлены данные о составе пленок сплава Ni-W-P толщиной ~ 0,8 и ~ 8,0 мкм, полученные методом послойного Оже-анализа. Из этих данных следует, что состав тонких слоев сплавов, определенный из данных Оже-спектров (~ 8 мол. %, W, ~ 10 мол. % P и ~ 80 мол. % Ni), достаточно близок к данным фотоколориметрического

анализа. Вольфрам, фосфор и никель (рис. 3, а) распределены в пленке достаточно равномерно по всей ее глубине и лишь у поверхности полупроводника их относительное соотношение меняется. Необходимо отметить, что как на поверхности пленки самого сплава, так и на поверхности GaAs фиксируется углерод в количестве до ~15 мол. %. Принимая во внимание условия, при которых осаждаются пленки Ni-W-P, можно полагать, что его присутствие объясняется адсорбцией углеродсодержащего лиганда (цитрат-иона) на свежесформированной поверхности сплава или на поверхности подложки на ранних стадиях процесса осаждения.

Как следует из данных Оже-спектроскопии (рис. 3, б), пленки сплава толщиной 8 мкм отличаются по составу от пленок малой толщины: для них характерно повышенное содержание вольфрама и фосфора (до 28 и 20 мол. % соответственно). Из результатов ионного травления на глубину 0,7—0,8 мкм следует, что состав таких пленок в указанном интервале толщин практически не меняется. Различия же в составе пленок разной толщины позволяют предположить, что каталитические свойства поверхности сплава в процессе его формирования из раствора по мере возрастания толщины существенно изменяются.

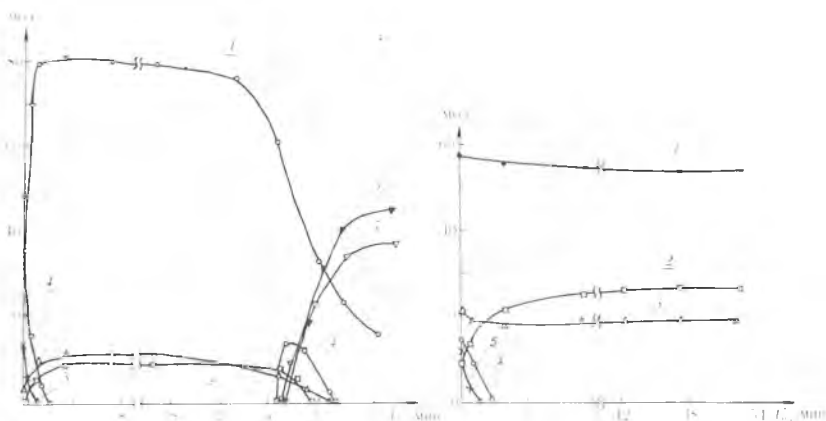


Рис. 3. Послойный поэлементный состав пленок Ni-W-P, осажденных при $pH=8$ и $t=80\pm 2^\circ C$, толщиной ~0,8 мкм (а) и ~8,0 мкм (б). 1—Ni; 2—W; 3—P; 4—C; 5—O; 6—Ga; 7—As

Интересен факт присутствия в толстых пленках сплава наряду со значительным количеством вольфрама достаточно высоких концентраций фосфора, хотя из работ, в которых изучалось влияние различных факторов на состав сплавов Ni-W-P, известно, что с ростом содержания вольфрама количество фосфора, как правило, понижается.

Следует, однако, заметить, что сходные результаты нами наблюдались ранее для других систем: так, например, при осаждении сплавов Cu-Ni-B борогидридом натрия из цитратно-аммиачных растворов на ранних стадиях процесса происходит преимущественное восстановление ионов Cu (II), однако по мере роста толщины пленки содержание в ней никеля возрастает, и через два часа после начала осаждения концентрации меди и никеля в сплаве выравниваются, при этом в ~2 раза возрастает и содержание бора (Cu—69 и 38, Ni—18 и 38 и В—13 и 24 мол. % соответственно в пленках, осажденных в течение 10 и 120 мин [12]). Подчеркнем, что указанные результаты в обоих случаях не связаны с изменением концентрации солей восстанавливаемых металлов в растворе в процессе осаждения.

Адгезионные испытания, проведенные на образцах арсенида галлия, полученных из раствора оптимального состава, с толщиной пленки сплава Ni-W-P 1 мкм и 8 мкм, показали, что прочность сцепления с ней полупроводника, определенная методом нормального отрыва, колеблется в пределах 18,6—19,3 МПа и превышает структурную прочность GaAs. В результате в процессе испытаний происходит расслоение полупроводника. Такого же рода явление—отрыв металлической пленки вместе с

приповерхностной частью кристалла—наблюдалось у авторов работы [9] для пленок никеля, осажденных на GaAs из гидразиновых растворов химического восстановления.

В работе [6] при исследовании пленок Ni-P методом обратного Резерфордского рассеяния установлено, что для подложек, характеризующихся высокой силой адгезионного взаимодействия с пленкой металла (оксид алюминия, углеродная подложка), глубина проникновения никеля достигает 0,03—0,04 мкм и выше, а для подложки, характеризующейся низкой силой сцепления с металлом,—менее 0,025 мкм.

Судя по данным Оже-спектроскопии (рис. 3, а), в исследуемом нами случае никель фиксируется в подложке на глубине ~ 0,1—0,15 мкм, что может быть косвенным свидетельством образования в процессе травления достаточно глубоких каналов, несущих ответственность за высокий уровень достигаемой адгезии.

Проведенные электрофизические измерения показали, что удельное поверхностное сопротивление структур GaAs—сплав Ni-W-P находится в пределах 1,11—1,36 Ом/см².

Результаты данного исследования показывают, что на поверхность арсенида галлия можно наносить как тонкие, так и достаточно толстые пленки сплава Ni-W-P из раствора химического осаждения определенного состава с высокой адгезией и хорошими электрофизическими параметрами, что позволяет надеяться на возможность применения процесса осаждения этих пленок при металлизации заземляющих отверстий в арсенидгаллиевых подложках интегральных схем. Возможно, структуры GaAs—Ni-W-P окажутся перспективными и при создании полевых транзисторов и диодов Шоттки. Для получения достоверной информации на этот счет представляет значительный интерес выяснение барьерных свойств Ni-W-P по отношению к золоту, а также измерение параметров барьера Шоттки таких структур, что будет являться предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. K o i w a I., O s a k a T., S a w a i H. // Journ. Metal Finish. Soc. Japan. 1983. V. 34. № 12. P. 600.
2. O s a k a T., K o i w a I., K a w a g u c h i J. // Journ. Surf. Finish. Soc. Japan. 1989. V. 40. № 7. P. 807.
3. A o k i K., T a k a n o O. // Plat and Surface Finish. 1990. V. 77. № 3. P. 48.
4. Там же. 1986. V. 73. № 5. P. 136.
5. О н и ж е // Journ. Metal Finish. Soc. Japan. 1988. V. 39. № 2. P. 81.
6. S v e n d e n L., O s a k a T., K o i w a I., S a w a i H. // J. Electrochem. Soc. 1983. V. 130. № 11. P. 2255.
7. T a k a n o O., M a t s u d a H. // Metal Finish. 1986. № 6. P. 60.
8. M a t s u d a H., T a k a n o O. // Journ. Metal Finish. Soc. Japan. 1986. V. 37. № 13. P. 753.
9. Г о л ь д б е р г Ю. А., Д ж е м а н б а л и н К. К., Д м и т р и е в А. И. и др. // Журн. технич. физики. 1990. Т. 60. № 11. С. 208.
10. Травление полупроводников. М., 1982.
11. С в и р и д о в В. В., С т е п а н о в а Л. И., В о р о б ь е в а Т. Н. // Журн. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1992. Т. 37. № 1. С. 78.
12. Ш и ч к о в а Т. А., С т е п а н о в а Л. И., С в и р и д о в В. В., А р ж а н к о в С. И. // Деп. ВИНТИ. 1984. № 6977-84Деп.

УДК 547.827:543.422.25

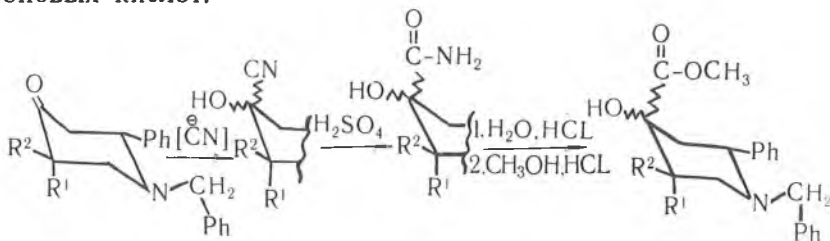
Ф. Ф. ЛАХВИЧ, Н. Б. ХРИПАЧ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ ДИГИДРОКСИПИПЕРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ 3-ГИДРОКСИПИПЕРИДИН-4-ОНОВ

Diastereoisomeric cyanohydrins, amides and esters of the piperidine carboxylic acids have been synthesized from the 3-hydroxypiperidin-4-ones. Structure and configuration of the substances obtained have been confirmed by means of IR, NMR ¹³C and ¹H spectroscopy.

Известно, что пиперидинкарбонные кислоты являются агонистами и ингибиторами захвата γ-аминомасляной кислоты [1]. С целью синтеза новых гетероциклических аналогов ГАМК нами были разработаны пре-

паративные методы получения индивидуальных диастереомерных дигидроксицианопиперидинов III—VI и продуктов их дальнейшего превращения—амидов VII—X и эфиров XI—XIV соответствующих пиперидин-карбоновых кислот.



I, III, IV, VII, VIII, XI, XII $R^1 = \text{CH}_3$, $R^2 = \text{OH}$;

II, V, VI, IX, X, XIII, XIV $R^1 = \text{OH}$, $R^2 = \text{CH}_3$;

Следует отметить, что гидролиз нитрилов протекал значительно быстрее для циангидринов (ЦГ), III, VI с *цис*-расположением CN и 3-OH групп, а также для ЦГ IV, VI с экваториально ориентированной CN-группой. Это можно объяснить, по-видимому, анхимерным содействием соседней с нитрильной гидроксильной группы [2] и с позиций классического конформационного анализа [3].

Идентификация полученных в индивидуальном состоянии соединений III—XIV проведена на основании данных ИК, ЯМР¹³C и ¹H спектроскопии (табл. 1, 2). Так, в спектрах ЯМР ¹H соединений III—XIV сигналы протонов у C₅ и C₆ наблюдаются в виде трех квадруплетов, а у C₂ в виде двух дублетов или неразрешенной АВ системы с константами, указывающими на кресловидную конформацию пиперидинового цикла [4—6].

Сравнение ИК спектров ЦГ V и VI показывает, что полоса при 3490 см⁻¹ отвечает аксиальной группе OH у C₃, включенной во внутримолекулярную водородную связь с атомом азота цикла, а полосы при 3600 и 3560 см⁻¹ отвечают соответственно свободной аксиальной группе у C₄ ЦГ VI и экваториальной группе OH у C₄ ЦГ V, образующей внутримолекулярную связь с гидроксилом у C₃. Неоднозначность интерпретации полос валентных колебаний гидроксильной группы ЦГ III—IV не позволяет делать выводы о ее ориентации по ИК спектрам.

ИК спектры разбавленных растворов амидов и эфиров характеризуются наличием полос колебаний карбонильной группы при 1690—1700 см⁻¹ для амидов и 1730—1740 см⁻¹ для эфиров. В спектрах амидов IX—X выделяются пары полос при 3550, 3425 для IX и 3500, 3360 см⁻¹ для X, которые соответствуют валентным колебаниям NH связи амидной группы неассоциированных молекул гидроксиамидов.

Конфигурация заместителей при C₄ эфиров XI—XIV была определена на основании данных ЯМР ¹³C спектроскопии. Сигналы атомов углерода рассматриваемых соединений расположены в ожидаемых областях (см. табл. 2). Вид сигнала атома углерода карбонильной группы в CD₃OD при селективном облучении протонов сложноэфирной группы определяется только взаимодействием его через три связи с атомами водорода при C₅, поскольку C₃ и C₄ являются четвертичными. Известно, что существует зависимость величин вицинальных КССВ между атомами ¹³C и ¹H от двугранных углов, аналогичная таковой для атомов водорода и выражаемая уравнением Карплуса [7]. Соединения XI—XIV находятся в одной кресловидной конформации и отличаются только ориентацией заместителей при C₄. Очевидно, что в спектре ЯМР ¹³C эфиров с аксиальной карбонильной группой величина КССВ³J_{CO, H} должна быть больше, чем соответствующая КССВ в эфирах с экваториальной карбонильной группой.

Оказалось, что сигнал карбонильного атома углерода метоксикарбонильной группы эфиров XI, XIII представляет собой дублет дублетов с наблюдаемым расщеплением 3,0 и 6,5 Гц. Расчет спектральных параметров, выполненный с помощью программы PANIC, входящей в стандартное математическое обеспечение прибора, показал, что эти величины в пределах точности эксперимента являются КССВ³J_{CO, C_{H5}} и ³J_{CO, a_{H5}} соответственно. Сигнал атома углерода карбонильной группы эфиров XII, XIV представлен уширенным синглетом с полушириной 2,5 Гц.

Таблица 1

Физико-химические характеристики соединений III—XIV

№ соединения	Брутто-формула	T _{пл} , °C	Спектры ЯМР ¹ H										ИК, ν , см ⁻¹	Выход, %
			химические сдвиги, δ , м. д.							КССВ, J, Гц				
			CH ₃	ONH ₃	^a H ₆	^a H ₅	^c H ₅	^a H ₂	^c H ₂	^a H ₆ ^a H ₅	^a H ₆ ^c H ₅	^a H ₅ ^c H ₅		
III	C ₂₀ H ₂₂ N ₂ O ₂	125—6	1,41	—	3,55	1,99	2,14	2,73	2,33	11,5	3,5	14,0	3493; 3475	76
IV	C ₂₀ H ₂₂ N ₂ O ₂	204—5	1,56	—	3,56	2,15	2,19	2,50	2,22	—	—	—	3615; 3550	89
V	C ₂₀ H ₂₂ N ₂ O ₂	146—7	1,29	—	3,52	2,34	2,03	2,81	2,36	12,0	3,0	14,0	3560; 3490	50
VI	C ₂₀ H ₂₂ N ₂ O ₂	153—5	1,21	—	3,54	2,50	2,05	2,56	2,42	11,5	3,0	14,0	3600; 3490	90
VII	C ₂₀ H ₂₄ N ₂ O ₃	229—30	1,43	—	4,02	1,81	2,03	2,85	2,52	12,0	3,5	14,0	3300; 1700	95
VIII	C ₂₀ H ₂₄ N ₂ O ₃	235—7	1,40	—	3,53	2,45	1,76	2,53	2,42	12,0	3,0	14,5	3460; 3200; 1690	91
IX	C ₂₀ H ₂₄ N ₂ O ₃	173—5	1,05	—	4,03	2,01	1,89	3,00	2,64	12,0	3,5	14,5	3550; 3485; 3425; 1700	90
X	C ₂₀ H ₂₄ N ₂ O ₃	183—5	1,03	—	3,62	2,47	1,65	2,56	2,51	11,5	3,0	14,0	3500; 3440; 3360; 1700	95
XI	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	148—9	1,44	3,81	3,91	1,83	1,88	2,66	2,53	11,5	4,0	14,0	3580; 3550; 1730	85
XII	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	130—1	1,34	3,72	3,53	2,37	1,83	2,55	2,44	12,0	3,5	15,0	3610; 3500; 1740	83
XIII	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	120—1	1,03	3,79	3,84	2,11	1,91	2,73	2,11	11,5	3,5	14,5	3550; 1740	80
XIV	C ₂₁ H ₂₅ NO ₄	113—5	1,09	3,72	3,54	2,67	1,73	2,52	2,52	11,5	3,0	14,5	3530; 1740	82

Таблица 2

Спектры ЯМР ¹³C соединений XI—XIV

№ соединения	Химические сдвиги, δ м. д.								КССВ, J, Гц	
	C ₂ , т	C ₃ , с	C ₄ , с	C ₅ , т	C ₆ , д	ONH ₃ , к	3—CH ₃ , к	CO	CO— ^a H ₅	CO— ^c H ₅
XI	59,19	78,45	72,47	44,27	64,61	51,49	22,89	174,49	6,5	3,3
XII	59,10	77,24	71,07	41,73	62,56	51,30	23,33	173,26	< 2,5	< 2,5
XIII	59,04	76,45	69,86	43,12	64,23	51,63	21,42	174,19	6,0	2,5
XIV	59,22	76,32	70,85	40,73	62,36	51,40	21,24	173,82	< 2,5	< 2,5

Приведенные величины $K_{\text{КСВ}}^{J_{\text{со.н}}}$ соответствуют литературным данным для родственных соединений [7, 8] и свидетельствуют об аксиальной ориентации метоксикарбонильной группы эфиров XI, XIII и экваториальной ориентации метоксикарбонильной группы эфиров XII, XIV.

Экспериментальная часть

Спектры ЯМР ^1H растворов соединений в CD_3OD получены на спектрометрах Bruker WM-360, Bruker AC-200 с рабочими частотами 360 и 200 МГц соответственно. Спектры ЯМР ^{13}C соединений XI—XIV были записаны на приборе Bruker AC-200 при рабочей частоте для ядер ^{13}C 51 МГц для растворов эфиров в DMCO-D_6 и CD_3OD . Наряду с обзорными спектрами с полной развязкой и без развязки от протонов с целью увеличения цифрового разрешения для эфиров XI—XIV были записаны узкие спектральные интервалы, содержащие сигнал атома углерода карбонильной группы; цифровое разрешение в этом случае составляло 0,3 Гц. ИК спектры разбавленных растворов соединений III—XIV (10^{-3} м/л) в CCl_4 фиксировались на спектрометре Specord-75IP. Контроль процесса и чистоты продуктов осуществляли на пластинах ТСХ Kieselgel. Данные элементного анализа соединений III—XIV соответствуют расчетным.

3е, 4е-Дигидрокси-1-бензил-3а-метил-6е-фенил-4а-цианопиперидин III. 10 г пиперидона I (41 ммоль) растворили в 8 мл сухого диэтилового эфира и 3 мл этилацетата, охладили смесь до 5°C , добавили 14 мл гексана и 8 мл цианистого водорода, а затем еще 7 мл гексана. Выпавший через несколько минут продукт кристаллизовали из смеси этилацетата и гексана. Получили 8 г хроматографически чистого диола III с выходом 76 %.

3а, 4е-Дигидрокси-1-бензил-3е-метил-6е-фенил-4а-цианопиперидин V. 2,5 г пиперидона II (10 ммоль) растворили в смеси 5 мл эфира, 2 мл этилацетата, 1,5 мл ацетонциангидрина и 0,5 мл триэтиламина, после чего смесь охладили до -5°C и выдержали в течение 24 ч. Выпавший продукт отфильтровали и промыли смесью эфира и гексана. Получили 1,3 г хроматографически чистого продукта V с выходом 50 %.

3а, 4а-Дигидрокси-1-бензил-3е-метил-6е-фенил-4е-цианопиперидин VI. 4,5 г пиперидона II растворили при нагревании в 3 мл ацетонциангидрина и прибавили к реакционной смеси 1 мл триэтиламина. После начала кристаллизации добавили смесь 5 мл эфира и 20 мл гексана. Выпавший продукт отфильтровали и промыли смесью эфир-гексан. Получили 4,4 г диола VI с выходом 90 %.

3е, 4а-Дигидрокси-1-бензил-3а-метил-6е-фенил-4е-цианопиперидин IV был получен аналогично с выходом 89 %.

Амиды 1-бензил-3а(е), 4а(е)-дигидрокси-3а(е)-метил-6е-фенилпиперидин-4-карбоновых кислот VII—X. 1 г нитрила III—VI (4 ммоль) растворили в 5 мл 94 %-й серной кислоты. После окончания реакции через 10, 30, 120 и 1800 мин для амидов VII, X, VIII и IX соответственно реакционную смесь вылили на лед и нейтрализовали концентрированным раствором водного аммиака. Кристаллы отфильтровали, сушили на воздухе, растворили в диоксане и отделили неорганический остаток. Диоксан отогнали при пониженном давлении, а амиды кристаллизовали из этилацетата или бензола. Выход амидов составил 90—95 %.

Метилловые эфиры 1-бензил-3а(е), 4а(е)-дигидрокси-3а(е)-метил-6е-фенилпиперидин-4-карбоновых кислот XI—XIV. 1 г амидов VII—X (38 ммоль) растворили в 30 мл 25 % соляной кислоты и кипятили с обратным холодильником до исчезновения в реакционной смеси исходных амидов, а хлороводород и воду отогнали при пониженном давлении и полученные гидрохлориды растворили в 20 мл сухого метилового спирта, насыщенного хлороводородом. По окончании реакции растворитель отогнали досуха при пониженном давлении, а гидрохлориды после растворения в воде и подщелачивания раствора гидрокарбонатом натрия переводили в этилацетат в виде свободных оснований XI—XIV. После перекристаллизации из толуола или смеси этилацетат-гексан были выделены хроматографически чистые эфиры XI—XIV с выходом 80—85 %.

Список литературы

1. Jacobsen P., Labouta I. M., Schaumburg K., Falch E., Krosgaard-Larsen P. // Journ. Med. Chem. 1982. V. 25. № 10. P. 1157.

2. Hall C. D., Leeding Ch. J. // Journ. Chem. Res. (S). 1989. № 8. P. 254.
3. Иллиел Э., Аллинжер Н., Энжиел С., Моррисон Г. Конформационный анализ. М. 1962. С. 92.
4. Звонок А. М., Машенков В. А., Луговский А. П., Станишевский Л. С. // ЖПС. 1985. Т. 42. № 4. С. 643.
5. Звонок А. М., Луговский А. П., Машенков В. А., Станишевский Л. С. // ЖОрХ. 1986. Т. 18. С. 2108.
6. Быстров В. Ф. // Успехи химии. 1972. Т. 41. С. 512.
7. Hansen D. E. // Progr. Nucl. Magn. Spectroscopy. 1981. V. 14. P. 175.
8. Werhly S. W., Marchand A. D., Werhly S. Interpretation of Carbon-13 NMR Spectra. New York; London, 1988. P. 78, 128.

УДК 621.793.3

Н. В. АМЕЛИНА, В. П. БОБРОВСКАЯ, Т. В. ГАЕВСКАЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПИРИМИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ НА РАСТВОРЫ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ

The influence of pyrimidine bases different in the nature and position of substituents in pyrimidine cycle in the process of reduction of Cu(II) by borohydride has been studied. It was established that the sulphur-containing bases inhibit essentially the process of non-catalytic reduction of Cu(II) in the solution build and do not practically influence the rate of Cu deposition onto the silver centers on substrate.

Известно, что введение некоторых азот- и серосодержащих органических гетероциклических соединений в растворы химического осаждения металлов приводит к торможению процесса некаталитического восстановления ионов металлов (меди, никеля, серебра), протекающего в объеме раствора [1]. Индукционный период появления твердой фазы существенно зависит от природы вводимых в раствор добавок.

Цель настоящей работы — изучить влияние пириимидиновых оснований, различающихся характером и положением заместителей в пириимидиновом кольце, на процесс восстановления Cu(II) борогидридом при его протекании в каталитическом режиме на серебряных центрах, а также в отсутствие каталитически активных центров (в объеме раствора).

Осаждение меди осуществляли на частицы проявленного серебра, полученные на малосеребряной пленке ФТ-М по методике [2]. Использовали раствор следующего состава, моль/л: медь сернокислая—0,1; трилон Б—0,11; натрий хлористый—0,2; натрий тетраборнокислый—0,2; гидроксид натрия—0,5; борогидрид натрия—0,013, pH = 10,5±0,1, T = 20 °C. Такой раствор через 10 мин после введения в него борогидрида натрия самопроизвольно разлагается с образованием частиц твердой фазы в объеме. Индукционный период появления твердой фазы определяли по изменению светопропускания на фотоколориметре КФК-2. Анализ осажденной на серебро меди проводили после ее растворения в HNO₃ (1:1) методом титрования [3]. Результаты анализа количества осажденной меди на единицу поверхности фотослоя отличались от среднего значения не более чем на 5 %. Электронно-микроскопическое исследование влияния пириимидиновых оснований на процесс осаждения меди на серебро проводили на микроскопе ЭМ-100-ЛМ. В этом случае серебро напыляли в вакууме (10⁻⁴ торр) на подслоируемые желатиной стекла. Расчетная толщина слоя серебра составляла 1 нм. По нашим данным [4], напыленное серебро представляет собой удобную для исследования модель проявленного фотослоя.

Изучено влияние пириимидиновых оснований с различными заместителями (амино-, окси-, тио-, метильная группы) на индукционный период некаталитического восстановления Cu(II) борогидридом. Установлено, что присутствие в медноборогидридном растворе пириимидиновых оснований, содержащих амино- и окси-группы, приводит к некоторой дестабилизации раствора. С увеличением концентрации этих добавок от 5 · 10⁻⁵ до 5 · 10⁻³ моль/л наблюдается уменьшение индукционного периода разложения раствора (рис. 1). Вещества с алкильной группой способствуют увеличению индукционного периода разложения раствора с ростом концентрации добавки. Наибольший стабилизирующий эффект обеспечивают соединения, содержащие одновременно алкил- или арил- и тиогруппы (6-метил-2-тиоурацил, 2-бензилтиоурацил) (см. рис. 1). В последнем случае с увеличением концентрации добавки с 5 · 10⁻⁵ до

$5 \cdot 10^{-3}$ моль/л стабильность раствора возрастает в 8 раз (индукционный период увеличивается до 175 мин).

Вводимые в раствор добавки при их концентрации в растворе $5 \cdot 10^{-5}$ — $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л практически не влияют на индукционный период и скорость каталитического осаждения меди из раствора на проявленное серебро. Исключение составляет 2,5-диаминопиримидин, введение которого в раствор приводит к некоторому ускорению процесса восстановления Cu(II) борогидридом. Увеличение концентрации всех исследованных добавок до $1 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л приводит к уменьшению скорости осаждения меди (рис. 2).

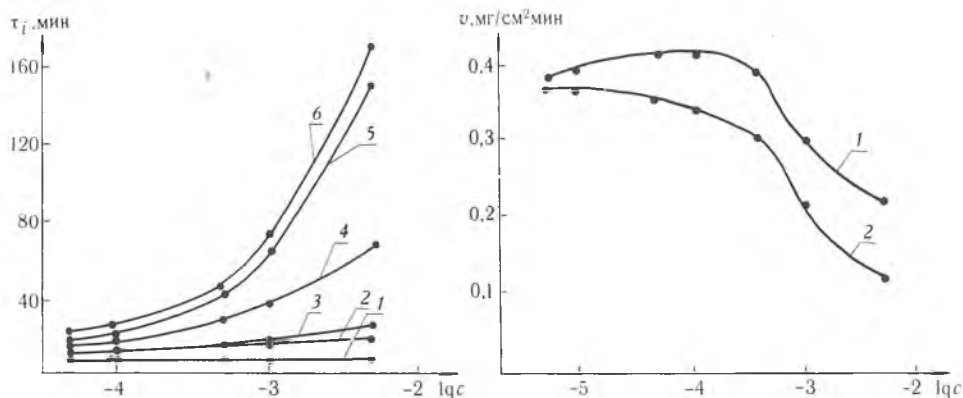


Рис. 1. Зависимость индукционного периода (τ_i) некаталитического восстановления Cu(II) борогидридом в объеме раствора от концентрации добавок (моль/л): 1—2-амино-4,6-диоксипиримидин; 2—2,5-диаминопиримидин; 3—урацил; 4—6-метилурацил; 5—6-метил-2-тиоурацил; 6—2-бензилтиоурацил

Рис. 2. Зависимость скорости осаждения меди на серебро от концентрации (моль/л) 2,5-диаминопиримидина (1) и 6-метил-2-тиоурацила (2)

Из электронно-микроскопического исследования модельных объектов следует, что во время индукционного периода каталитического восстановления Cu(II) борогидридом в отсутствие добавок происходит уменьшение количества частиц серебра, что, по-видимому, связано с их растворением (рис. 3) [4]. Сделать вывод о том, происходит ли растворение серебра при введении в раствор пиримидиновых оснований, не

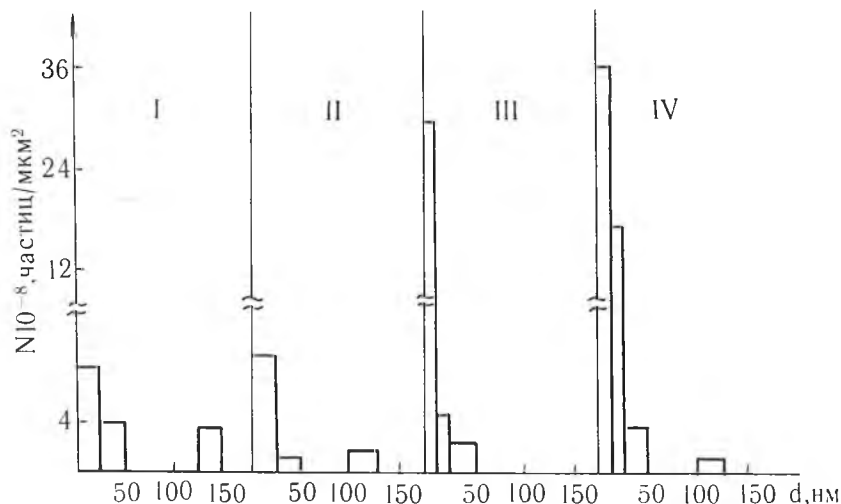


Рис. 3. Распределение частиц напыленного серебра по размерам в исходных образцах (I, II) и после их обработки в растворе химического осаждения меди, содержащем 6-метил-2-тиоурацил в количестве $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л (III) и 2,5-диаминопиримидин в количестве $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л (IV). Время контакта с раствором: 1—0; 2, 3, 4—5 с

представляется возможным, так как в их присутствии наблюдается диспергирование частиц серебра. Из рис. 3 видно, что в этом случае резко возрастает, особенно в присутствии 2,5-диаминопиримидина, количество частиц с размерами ≤ 10 нм. Можно предположить, что при наличии в растворе таких эффективных лигандов ионов Ag^+ , как пиримидиновые основания, происходит образование комплексных соединений Ag(I) , которые при взаимодействии с борогидридом натрия восстанавливаются с образованием частиц серебра на поверхности подложки. Подобный процесс диспергирования серебра протекает в галогенсеребряных слоях при их окислительно-восстановительной обработке в присутствии лигандов Ag(I) и используется для увеличения оптической плотности слабо-видимых фотографических изображений [5]. Увеличение количества частиц серебра во время индукционного периода, по-видимому, является одной из возможных причин наблюдаемого увеличения скорости осаждения меди в присутствии 2,5-диаминопиримидина (см. рис. 2). Изменение скорости не наблюдается в присутствии серосодержащего соединения 6-метил-2-тиоурацила. Это может быть связано с тем, что это вещество сильнее адсорбируется на поверхности частиц серебра. Известно [6], что малые частицы металлов имеют большую склонность к адсорбции серосодержащих соединений из различных сред.

Стабилизирующее воздействие пиримидиновых оснований, содержащих в своем составе серу, на растворы химического осаждения меди связано с тем, что они могут, с одной стороны, способствовать растворению мельчайших частиц меди, формирующихся в объеме раствора, а с другой стороны, характеризуясь более сильной адсорбцией на поверхности мелких частиц, тормозить их рост.

Таким образом, из полученных результатов следует, что серосодержащие пиримидиновые основания повышают стабильность медноборогидридного раствора и не только не уменьшают, но в некоторых случаях даже увеличивают скорость осаждения меди на серебро. Вводимые добавки приводят к частичному растворению и одновременно к диспергированию частиц серебра, в результате чего, например при введении 2,5-диаминопиримидина, наблюдается увеличение скорости осаждения.

Список литературы

1. Свиридов В. В., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Степанова Л. И. Химическое осаждение металлов из водных растворов. Мн., 1987.
2. Бобровская В. П., Гаевская Т. В., Капариха А. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 1. С. 23.
3. Шварценбах Г., Флашик Г. Комплексонометрическое титрование. М., 1970.
4. Бобровская В. П., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Свиридов В. В. // Деп. в БелНИИТИ 12.03.84. № 861 Бе-Д84.
5. Рахманов С. К. // Журн. науч. и прикл. фото- и кинематографии. 1991. Т. 36. № 2.
6. Hamilton J. F., Baetzold R. C. // Science. 1979. V. 205. P. 1213.

УДК 541.138.

Е. А. СТРЕЛЬЦОВ, В. В. СВИРИДОВ, И. И. ЛАБАРЕВИЧ

ПОДПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ СВИНЦА НА Au -ЭЛЕКТРОДЕ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ МОНОСЛОЙНЫХ КОЛИЧЕСТВ PbS

The method of PbS monolayers formed by means of sulphurization of two-dimensional layer of underpotentially deposited Pb adatoms on Au -electrode has been proposed. Forming PbS monolayer on the Au -surface hindered the lead underpotential deposition.

Электроосаждение адатомов различных элементов на поверхность инородных электродов часто реализуется при потенциалах более положительных, чем равновесный потенциал Нернста. Это явление известно как подпотенциальное осаждение (underpotential deposition [1]), или недонапряжение при осаждении. Движущей силой подпотенциального осаждения является образование хемосорбционных связей между адатомами и подложкой с энергией, превышающей таковую при электрокри-

сталлизации адатомов на подложке из того же вещества. Это приводит к формированию двухмерных (2D) монослоев адатомов, причем степень заполнения поверхности, изменяясь в пределах от нуля до единицы (полный монослой), определяется в первую очередь потенциалом электрода. Обычно это явление ассоциируется с катодным осаждением металлов на более благородные металлы, например: свинца на золото [2], меди на платину [3], кадмия на серебро [4] и т. д. Однако подпотенциальное осаждение часто реализуется на начальных стадиях анодного формирования оксидных и галогенидных слоев на поверхности металлов [5, 6], катодном восстановлении халькогенов (в частности, теллура на золоте [7]), восстановлении ионов H_3O^+ на платине [8] и т. д.

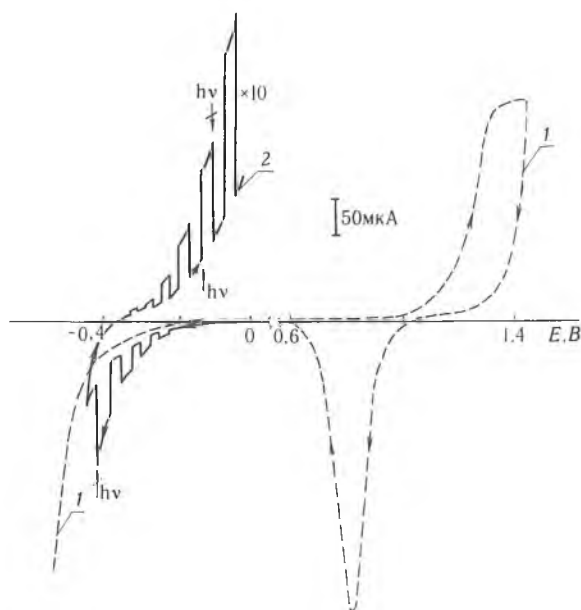


Рис. 1. Потенциодинамические поляризационные кривые на Au-электроде в растворах:

1—0,1 М CH_3COOH + 0,1 М CH_3COONa ; 2—0,1 М Na_2S + 0,1 М NaOH . На поверхности Au сформирована пленка PbS в результате сульфидирования 3D осадка свинца при $E = -0,55$ В. Электрод облучался белым светом ($I = 80$ мВт/см²). Скорость развертки потенциала 50 мВ/с

В данной статье рассмотрены результаты выполненного нами исследования о влиянии монослойных количеств сульфида свинца, полученного сульфидированием 2D слоя адатомов свинца на поверхности Au-электрода, на процесс подпотенциального осаждения свинца.

В качестве рабочего использовался поликристаллический Au-электрод (фольга, содержание золота—99,999 %) с видимой площадью поверхности 1 см². Перед каждым электрохимическим экспериментом электрод погружался на 10—15 с в концентрированную HNO_3 , а затем промывался бидистиллатом. После этого проводилось циклирование потенциала Au-электрода в 0,1 М растворе H_2SO_4 в интервале потенциалов -0,5—1,4 В до достижения стабильных поляризационных i , E -кривых. Дважды осуществлялась смена раствора. Потенциалы приведены относительно насыщенного хлорсеребряного электрода сравнения. Для удаления растворенного в воде кислорода осуществлялось барботирование аргона в течение 20 мин.

Потенциодинамическая поляризационная кривая для Au-электрода в растворе CH_3COOH представлена на рис. 1 (кривая 1). При $E < -0,4$ В происходит катодное восстановление H_3O^+ , а при $E > +1,0$ В наблюдается рост анодного тока, связанный с образованием оксидов золота. Характерный катодный пик восстановления этих оксидов регистрируется при $E < +1,0$ В. В интервале потенциалов -0,4—+0,6 В Au-электрод является идеально поляризуемым. Введение в раствор катионов Pb^{2+} приводит к существенному изменению вида i , E -кривых, а именно—появлению пиков анодного и катодного тока при $E < +0,1$ В (рис. 2, кривая 1). Пики катодного тока с минимумами при +0,10 и +0,35 В соответствуют

подпотенциальному осаждению 2D слоя адатомов свинца, а при более катодных потенциалах ($E < -0,45$ В) наблюдается образование 3D кристаллитов металла. В работах [2, 9] было показано, что при потенциалах начала формирования 3D осадка свинца вся поверхность золота покрыта адатомами Pb (т. е. сформирован монослой). При последующем анодном циклировании потенциала на i, E -кривых регистрируется три пика анодного тока (рис. 2, кривая 1). Пик I соответствует окислению 3D осадка свинца, а пики II и III — окислению адатомов Pb, непосредственно контактирующих с поверхностью золота.

Следует отметить, что процесс осаждения-растворения адатомов свинца на поверхности Au-электрода является в значительной степени обратимым — об этом можно судить по практически одинаковым величинам потенциалов подпотенциальных анодных и катодных пиков. Поэтому при формировании монослоя адатомов Pb в результате поляризации Au-электрода до $E = -0,45$ В с последующим прекращением поляризации потенциал электрода за 2—3 с релаксирует до $E = +0,1$ В, что отвечает окислению адатомов и десорбции их с поверхности электрода. Следовательно, трансформация 2D слоя адатомов Pb в сульфид возможна только в условиях постоянной поляризации Au-электрода. Сульфидирование слоя адатомов Pb осуществлялось при потенциале $E = -0,45$ В введением в рабочий объем электрохимической ячейки раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Выбор данного сульфидирующего агента обусловлен его широким использованием при электрохимическом получении пленок сульфидов металлов [10].

Поскольку количество осаждаемого свинца на Au-электроде при $E = -0,45$ В не превышает монослоя, образующееся количество PbS также должно составлять величину указанного порядка. Это представляет определенную трудность для физико-химической идентификации образующегося сульфида. С целью увеличения количества образующегося PbS было проведено предварительное осаждение свинца на поверхность Au-электрода при $E < -0,45$ В (т. е. в области образования 3D осадка металла, где его количество не лимитировано монослоем) с последующим сульфидированием по указанной методике. Нами было установлено, что наблюдается образование PbS, который был идентифицирован как с помощью рентгенофазового анализа, так и фотоэлектрохимически. В последнем случае был зарегистрирован фототок (см. рис. 1, кривая 2). На немодифицированной поверхности Au-электрода фототок в растворе аналогичного состава отсутствует.

Осаждение монослойных количеств PbS оказывает существенное влияние на дальнейший процесс подпотенциального осаждения свинца. Об этом можно судить по уменьшению площади и числа пиков подпотенциального осаждения адатомов Pb на поверхности золота по сравнению с немодифицированной поверхностью (рис. 3). Следует отметить, что ингибирование процесса подпотенциального осаждения свинца не связано с модифицирующим влиянием тиосульфата натрия на поверхность золота. В частности, было установлено, что при добавлении в раствор, не содержащий катионов Pb^{2+} , того же количества $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с последующей промывкой поверхности электрода бидистиллатом не наблюдается изменения положения и площади подпотенциальных пиков свинца на i, E -кривой.

Исследование процесса катодного восстановления Pb^{2+} на поверхности PbS-электрода показало, что в отличие от Au-электрода в данном случае подпотенциального осаждения Pb не происходит, а формирование 3D осадка реализуется при более отрицательных потенциалах (см. рис. 2, кривая 2). Учитывая данные результаты, можно предположить, что в процессе сульфидирования 2D слоя адатомов Pb происходит появление «свободной» (не занятой сульфидом) поверхности золота. На этих участках, по-видимому, и локализуется последующий процесс подпотенциального осаждения Pb. Исходя из величин зарядов, затраченных на процесс подпотенциального осаждения свинца, можно заключить, что площадь участков поверхности золота, покрытых островковыми наноструктурами PbS, может составлять 50—95 % (в зависимости от способа получения сульфида). Учитывая, что общее количество сульфида ограничено монослоем адатомов Pb (в последующем химически связанных атомами серы), есть основания полагать, что основная часть наноструктур сульфида по «толщине» не превышает 2—3 монослоев.

Процесс подпотенциального осаждения свинца практически полно-

стью прекращается на Au-электроде после 3—4 циклов сульфидирования адатомов Pb. Данная особенность, по-видимому, связана с тем, что во втором и последующих циклах сульфидируются адатомы Pb, локализованные на поверхности золота, не занятой островковыми наноструктурами PbS. При образовании сплошной наноразмерной пленки PbS процесс подпотенциального осаждения свинца прекращается.

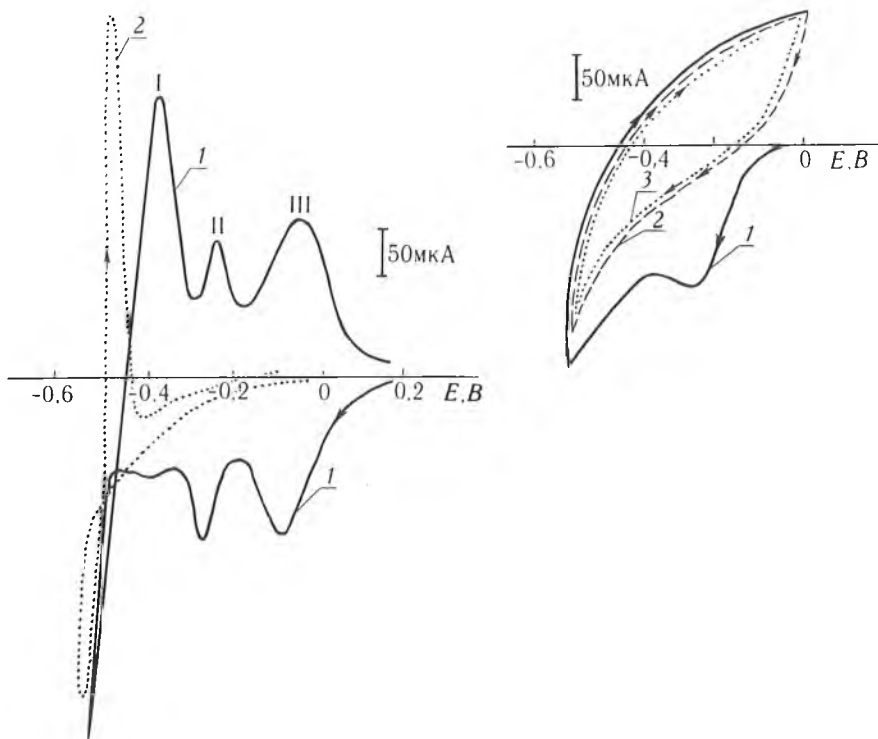


Рис. 2. Потенциодинамические поляризационные кривые на Au- (1) и PbS- (2) электродах в растворе состава 0,1 М CH_3COOH + 0,1 М CH_3COONa + 10^{-3} М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Рис. 3. Потенциодинамические поляризационные кривые на Au-электроде, модифицированном монослойными количествами PbS (4 цикла сульфидирования; после каждого цикла поверхность промывалась бидистиллатом). 1—3—последовательность регистрации i , E-кривых при циклировании потенциала в интервале -0,5—+0,1 В

Выявленные условия получения наноразмерных пленок PbS на поверхности Au-электрода представляют интерес в плане поиска путей электрохимического формирования полупроводниковых сверхрешеток, и, в частности, могут быть использованы на начальной стадии электрокристаллизации периодической наноструктуры.

Список литературы

1. Conway B. E., Angerstein-Kozłowska H. // *Acc. Chem. Res.* 1981. V. 14 № 2. P. 49.
2. Они же. // *Nat. Bur. Stand. Spec. Publ.* 1975. № 455. P. 107.
3. Breiter M. W. // *Journ. Electrochem. Soc.* 1967. V. 114. № 11. P. 1125.
4. Bort H., Jutter K., Lorenz W. J. // *Electrochim. Acta.* 1983. V. 28. № 7. P. 993.
5. Droog J. M. M., Schlenter B. // *Journ. Electroanal. Chem.* 1980. V. 112. № 1—2. P. 387.
6. Bagshaw S. A., Wright G. A. // *Electrochim. Acta.* 1992. V. 37. № 4. P. 739.
7. Suggs D. W., Stickney J. E. // *Journ. Phys. Chem.* 1991. V. 95. № 24. P. 10056.
8. Scortichini C. L., Reilly C. N. // *Journ. Electroanal. Chem.* 1982. V. 139. № 2. P. 247.
9. Lorenz W. J., Hermann H. D., Wuthrich N., Hilbert F. // *Journ. Electrochem. Soc.* 1974. V. 121. № 9. P. 1167.
10. Lokhande C. P., Pawar S. H. // *Phys. Stat. Sol.* 1989. V. 111. № 1. P. 17.



УДК 577. 391

А. Т. ПИКУЛЕВ, И. П. ХРИПЧЕНКО, Т. В. ПАРХИМОВИЧ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ АМИНОБИФЕНИЛОВ НА АКТИВНОСТЬ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ МОЗГА КРЫС

Acetylcholinesterase activity study in subcellulae fractions of rat brain under benzidine and *o*-tolidine treatment.

В последнее время появились данные о том, что многие из традиционно используемых в быту и промышленности соединений токсичны, а иные канцерогенны. К таковым, в частности, относится бензидин как представитель ароматических аминов, нашедший широкое применение в производстве красителей, в резиновой промышленности, в производстве клеев и пластмасс и т. д. В связи с этим возникает вопрос, как действует такое соединение на нервную систему и, в частности на активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ 3.1.1.7) системы АХ – АХЭ мозга крыс. Для сравнения эффекта действия бензидина мы в эксперименте использовали *o*-толидин, который [1] относится к токсическим веществам и производным аминобифенилам.

Материал и методика

Исследования проводились на половозрелых крысах-самцах массой 140 – 150 г в летне-осенний период года. Декапитация животных, извлечение мозга (полушария без мозжечка) и все процедуры по выделению субклеточных фракций [2] проводили при t от 0 до $+4^{\circ}\text{C}$. Гомогенат готовили на трис-сахарозе (0,25 М сахарозы и 0,1 М триса), pH 7, 4.

Для определения активности АХЭ использовали метод Хестрина [3]. Содержание белка в пробе определяли по Лоури [4]. Активность фермента выражали в мг АХ на 1 мг белка в мин инкубации. Дозы бензидина были подобраны исходя из летальной дозы – 1,57 г/кг [5]. Использовали $1/8 \text{ ДЛ}_{50}$ – 10 мг/100 г массы однократно, $1/4 \text{ ДЛ}_{50}$ – 40 мг/100 г массы однократно и четырехкратно (по 10 мг $\times$ 4 раза). Толидин использовали в тех же концентрациях. Всего было поставлено 7 серий опытов, включая интактных животных. В каждой серии было 6 – 8 крыс. Животных брали после введения препарата на 1, 3, 7 и 15-е сут. Полученные данные обработаны методами биологической статистики [6] и представлены на рис. 1, 2.

Результаты и их обсуждение

Как видно на рис. 1, на фоне однократного введения бензидина в дозе 10 мг/100 г массы наблюдается тенденция к повышению активности АХЭ в субклеточных фракциях мозга крыс. Так, к 3-м сут таковая в митохондриях достоверно (в 1,8 раза) увеличивается, а к 7-м сут достигает своего максимума, превышая в 2,1 раза уровень активности АХЭ у интактных животных. На 15-е сут выявлено сохранение повышенной активности фермента в митохондриях и величина ее превышает контрольные величины в 1,4 раза.

Активность АХЭ в низкоскоростной фракции мозга на фоне введения бензидина (см. рис. 1, а) изменяется волнообразно: максимум приходится на 3-и сут после введения бензидина, а к 15-м сут активность фермента снижается более чем в 2 раза по сравнению с таковой на 3-и сут, но остается повышенной по сравнению с активностью АХЭ в низкоскоростной фракции интактных крыс.

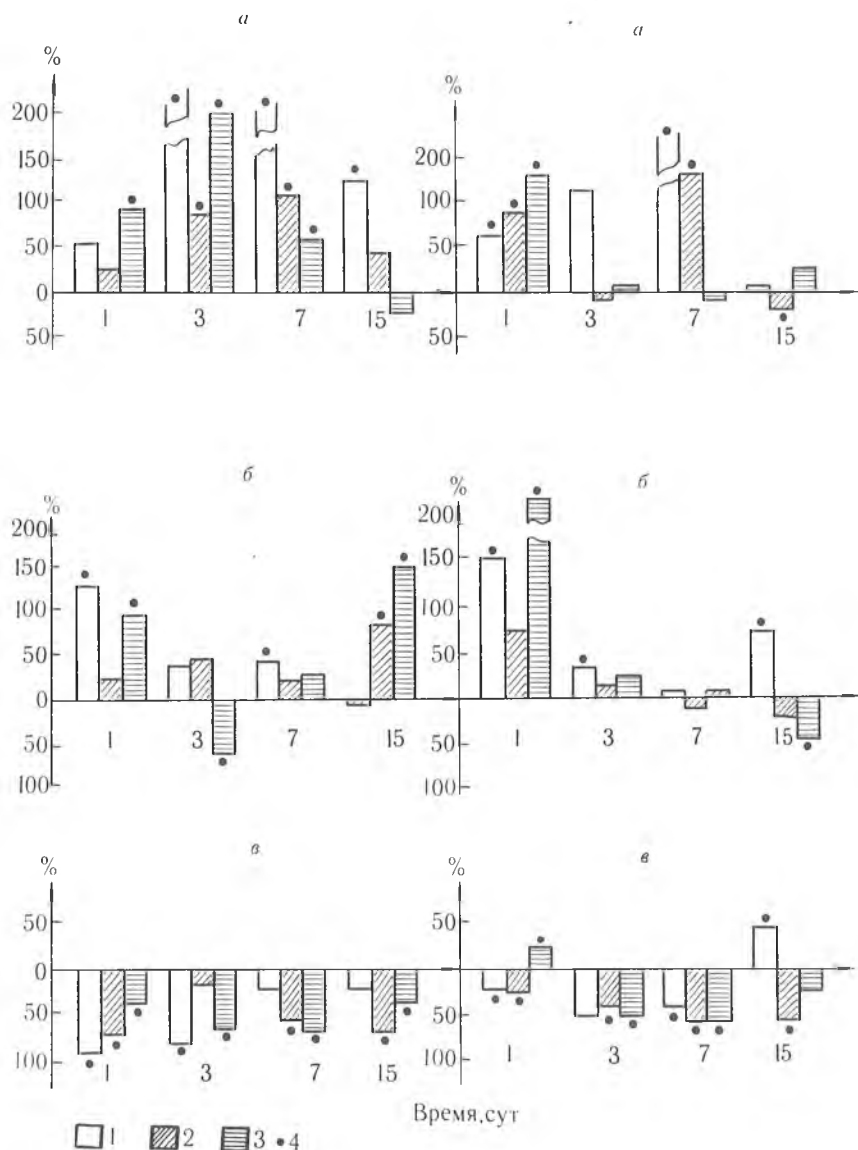


Рис. 1. Активность АХЭ в субклеточных фракциях мозга крыс на фоне введения бензидина:

1—низкоскоростная фракция; 2—митохондрии; 3—надосадочная фракция; 4—достоверные данные; а—бензидин в дозе 10 мг/100 г массы однократно; б—бензидин в дозе 40 мг/100 г массы (4 раза × 10 мг/100 г); в—бензидин в дозе 40 мг/100 г массы однократно

Рис. 2. Активность АХЭ в субклеточных фракциях мозга крыс на фоне введения о-толидина. Обозначения и дозы вводимого препарата те же, что и на рис. 1

В надосадочной жидкости выявлены также волнообразные изменения активности АХЭ с максимумом повышения последней на 3-и сут после введения бензидина (см. рис. 1, а) в дозе 10 мг/100 г массы однократно.

На фоне 4-кратного хронического введения бензидина в всех сроках исследования выявлено стойкое увеличение активности АХЭ в митохондриях с максимумом на 15-е сут после последнего введения препарата. На 1-е сут отмечается увеличение активности АХЭ в надосадочной и низкоскоростной фракциях мозга. Причем повышенная активность фермента в низкоскоростной фракции сохраняется на всех сроках исследования (до 15 сут), в то время как в надосадочной фракции к 3-м сут активность фермента статистически значимо падает, а к 15-м сут не только восстанавливается, но и превышает уровень контрольных величин в 1,5 раза (см. рис. 1, б).

По сравнению с хроническим однократное введение бензидаина в дозе 40 мг/100 г массы (см. рис. 1, *в*) приводит к резкому угнетению активности АХЭ во всех фракциях мозга и на всех сроках исследования.

Сопоставляя полученные данные по влиянию бензидаина на активность АХЭ мозга крыс с таковыми, полученными в идентичных условиях с использованием *о*-толидина (рис. 2), видим, что реакция со стороны системы АХ – АХЭ менее выражена, что свидетельствует о различной степени токсичности препаратов. С другой стороны, необходимо отметить, что реакция со стороны нервной системы на однократное введение бензидаина в дозе 40 мг/100 г массы и после хронического введения этого препарата в суммарной дозе резко противоположного характера (см. рис. 2, *б, в*). На фоне как однократного введения 10 мг/100 г массы, так и 4-кратного введения (ежедневно по 10 мг/100 г массы) выявлены однонаправленные изменения активности АХЭ в субклеточных фракциях мозга (см. рис. 2, *а, б*). Необходимо обратить внимание на перераспределение фермента между субклеточными фракциями мозга. Причем этот момент более выражен на фоне бензидаина, чем *о*-толидина. Кроме того, отмечено наибольшее снижение активности фермента после однократного введения бензидаина в дозе 40 мг/100 г массы.

Согласно данным [1], ароматические амины способны ковалентно связываться с макромолекулами, в частности с белками. По-видимому, на уровне синапса это может быть сам фермент, либо холинорецептор, что может, в свою очередь, привести к нарушению активности фермента или сказаться на мембранном эффекте. С другой стороны, необходимо учесть, что высокий уровень активности АХЭ в митохондриях после однократного введения, например, 10 мг/100 г массы мог быть вызван активацией процессов синтеза фермента. Бесспорно, регуляция синтеза фермента малыми дозами бензидаина четко проявляется и в низкоскоростной фракции. При увеличении дозы ароматических аминов до 40 мг/100 г массы, введенных однократно, четко прослеживается падение активности АХЭ во всех исследуемых фракциях мозга, что свидетельствует, по-видимому, о необратимом взаимодействии аминобифенилов с белками, и это приводит к инактивации белка-фермента (см. рис. 1, *в*; 2, *в*).

Таким образом, бензидин и *о*-толидин, близкие по строению вещества, оказывают неодинаковый эффект на состояние системы АХ – АХЭ. Это проявляется в различной чувствительности активности АХЭ субклеточных фракций мозга крыс в зависимости от дозы и строения аминобифенилов, а также от активации ферментов, ответственных за синтез ацетилхолина.

Список литературы

1. Сейц И. Ф., Князев П. Г. Молекулярная онкология. Л., 1989.
2. Samoyli I., Fonió A., Vineze I. // Acta Physiol. 1962. V. 21. P. 360.
3. Hestrin S. // Journ. Biol. Chem. 1949. V. 180. № 1. P. 249.
4. Lowry O. H., Rosebrough N., Farr A. L., Randall A. I. // Journ. Biol. Chem. 1951. V. 192. № 1. P. 265.
5. Канцерогенные вещества: Справочник // Материалы междунар. агентства по изучению рака / Под ред. В. С. Трусова. Л., 1987.
6. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1973.
7. Грийз В. Ф., Филов В., Ивин В. // Некоторые аспекты количественной связи канцерогенных замещенных бензидинов с их физико-химическими свойствами. Л., 1985.

УДК 661.728:615.91—99

Г. Г. КОНДРАТЕНКО, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ, В. А. СТЕЛЬМАХ

ПОЛИКАПРАН. 4. ОСОБЕННОСТИ БИОДЕГРАДАЦИИ ЛОКАЛЬНОГО ГЕМОСТАТИКА ПРИ ИМПЛАНТАЦИОННОМ ПРИМЕНЕНИИ

The more positive dynamics in the conditions of the implantational application of polycapran in comparison with the haemostatical gauze at the experimental wound of the liver of rabbits are observed. It was shown, that the biodegradation of polycapran in the conditions of the experiment is completed in 28 days after the implantation.

Полимер-лекарственный комплекс ϵ -аминокапроновой и полиангидроглюкуроновой кислот, получивший фармакопейное название поликапран, является эффективным местным гемостатиком, способным купировать кровотечения различного генеза, локализации и силы [1, 2]. Полимерная основа комплекса способна к биодеструкции [3], чем и определена возможность имплантационного применения поликапрана в хирургической практике. Существующие медико-биологические требования к имплантационным формам лекарственных средств [4] и имеющиеся сведения о возможно неполной деструкции отдельных оксиглюкозных препаратов в организме [5] предопределили изучение процессов биодеградации поликапрана и реакции окружающих имплантант тканей.

Материал и методика

Эксперименты выполнены на 32 кроликах породы «Шиншилла», исходной массой 3,5 – 4,0 кг. Образцы поликапрана соответствовали ВФС 42-2033-90 [2] и представляли собой пластины размером 7х8 см, имеющие фактуру трикотажного волокна и стерилизованные облучением в дозе 25 кГр. У всех животных под наркозом с соблюдением правил асептики и антисептики проводили верхне-срединную лапаротомию, выводили наружу одну из левых долей печени, на которую скальпелем наносили резаную рану 3 – 5 см длиной и глубиной (площадь раневой поверхности – 8 – 10 см²). Первой группе кроликов на кровоточащую поверхность апплицировали в два слоя салфетки марли кровоостанавливающей (МК, препарат сравнения, ФС 1116 – 88), второй – салфетки поликапрана и после полной остановки кровотечения фиксировали тремя-четырьмя отдельными кетгутовыми швами к капсуле печени. Брюшную полость осушивали и наглухо ушивали. На 7-е, 14, 21 и 28-е сут послеоперационного периода проводили изучение морфологического состава крови, содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови, уровня глюкозы, мочевины, билирубина в крови, а также активности сывороточных аланин- и аспартатаминотрансфераз [6, 7]. В эти же сроки по три кролика из каждой группы выводили из опыта, осуществляли ревизию их брюшной полости и мест имплантации, забирали образцы печени на гистологическое и гистохимическое исследование с окраской гематоксилин-эозином по Ван-Гизону, методом ШИК по Мак-Манусу, Суданом III – IV, метиловым зеленым – пиронином по Броше [8, 9]. Экспериментальные данные обработаны общепринятыми методами вариационной статистики [10].

Результаты и их обсуждение

Имплантационное применение при экспериментальной травме печени марли кровоостанавливающей и поликапрана способствует развитию стойкого гемостаза [1]. Послеоперационный период протекает у животных без каких-либо осложнений. Использование поликапрана сопровождается нормальным или даже несколько повышенным содержанием в периферической крови эритроцитов (на 14-е сут: фон $4,70 \pm 0,16$ и опыт – $5,31 \pm 0,23 \times 10^{12}$ /л, $p < 0,05$), а при применении МК – анемичными сдвигами эритропенического характера (таблица). По-видимому, имплантация МК привносит более значительный вклад в развитие воспалительного компонента, ибо уровень лейкоцитов в периферической крови является в течение 14 сут послеоперационного периода повышенным на 36,2 – 67,6 % ($p < 0,01 - 0,05$). В крови животных с имплантированным поликапраном наблюдается билирубинемия (повышение в 1,28 раза фоновых значений, $p < 0,05$) через неделю после операции, а с имплантированной МК – через две недели (см. таблицу). Создается впечатление, что динамика изменений ряда морфо-функциональных показателей организма кроликов при имплантационном применении поликапрана проявляет более положительную направленность, чем при использовании МК и носит скорее адаптационный характер. Общая тенденция показателей свидетельствует, что дисгемеостатические сдвиги, индуцируемые в организме гепатохирургической травмой и гемостатическим лечением МК, восстанавливаются в течение 7 – 14 сут послеоперационного периода, а при применении поликапрана – до 7 сут (см. таблицу).

Полимер-лекарственный комплекс ϵ -аминокапроновой и полиангидро- α -кетоглутаровой кислот обладает более выраженной, чем МК, способностью воздействовать на биохимические процессы в печени. Так, наблюдается возрастание активности сывороточной аспартатаминотрансферазы на 14–21-е сут послеоперационного периода в 1,55–2,15 раза ($p < 0,01$) и снижение концентрации мочевины в крови (см. таблицу). Указанное отражает более высокий уровень биологической активности поликапрана по отношению к препарату сравнения в условиях их имплантационного применения.

Некоторые гематологические и биохимические показатели кроликов при имплантировании марли кровоостанавливающей и поликапрана (M $\pm$ m)

Показатели	Время изучения, сутки после операции	Имплантационное применение при гелатохирургической травме	
		марли кровоостанавливающей	поликапрана
Содержание гемоглобина в крови, г/л	Фон	110,05 $\pm$ 3,19	
	7	135,8 $\pm$ 1,20*	90,40 $\pm$ 0,76*
	14	116,5 $\pm$ 3,20	107,14 $\pm$ 1,55
	21	111,0 $\pm$ 3,70	102,86 $\pm$ 2,10
Содержание эритроцитов в крови, 10 ¹² /л	Фон	4,70 $\pm$ 0,16	
	7	4,48 $\pm$ 0,08	4,59 $\pm$ 0,19
	14	4,26 $\pm$ 0,16	5,31 $\pm$ 0,23*
	21	4,22 $\pm$ 0,07*	4,93 $\pm$ 0,14
Содержание лейкоцитов в крови, 10 ⁹ /л	Фон	7,48 $\pm$ 0,61	
	7	12,54 $\pm$ 0,80*	7,30 $\pm$ 0,40
	14	10,19 $\pm$ 0,32*	7,06 $\pm$ 0,27
	21	7,07 $\pm$ 0,53	6,70 $\pm$ 0,43
Содержание общего белка в сыворотке крови, г/л	Фон	63,40 $\pm$ 1,30	
	7	63,40 $\pm$ 1,00	69,40 $\pm$ 1,40*
	14	64,60 $\pm$ 0,68	61,60 $\pm$ 1,20
	21	61,20 $\pm$ 2,60	63,80 $\pm$ 1,40
Содержание альбуминов в сыворотке крови, г/л	Фон	45,21 $\pm$ 2,44	
	7	42,68 $\pm$ 3,62	48,52 $\pm$ 5,70
	14	42,87 $\pm$ 3,49	47,56 $\pm$ 1,19
	21	41,23 $\pm$ 5,23	49,85 $\pm$ 0,99
Альбумино-глобулиновый показатель, усл. уд.	Фон	0,87 $\pm$ 0,08	
	7	0,78 $\pm$ 0,08	1,05 $\pm$ 0,18
	14	0,77 $\pm$ 0,13	0,91 $\pm$ 0,04
	21	0,76 $\pm$ 0,17	0,99 $\pm$ 0,07
Содержание билирубина в крови, мМ/л	Фон	2,47 $\pm$ 0,17	
	7	2,88 $\pm$ 0,20	3,15 $\pm$ 0,22*
	14	3,19 $\pm$ 0,32*	2,87 $\pm$ 0,54
	21	2,75 $\pm$ 0,30	2,41 $\pm$ 0,33
Содержание мочевины в крови, мМ/л	Фон	3,07 $\pm$ 0,23	
	7	4,88 $\pm$ 0,20*	1,99 $\pm$ 0,31*
	14	1,99 $\pm$ 0,09*	2,33 $\pm$ 0,20*
	21	3,85 $\pm$ 0,46	2,48 $\pm$ 0,91
Активность аспартатаминотрансферазы в сыворотке, нкат/л	Фон	0,85 $\pm$ 0,10	
	7	0,81 $\pm$ 0,09	1,12 $\pm$ 0,18
	14	0,90 $\pm$ 0,14	1,40 $\pm$ 0,12*
	21	0,65 $\pm$ 0,06	1,40 $\pm$ 0,12*
Активность аланинаминотрансферазы в сыворотке, нкат/л	Фон	1,12 $\pm$ 0,17	
	7	1,50 $\pm$ 0,18	1,20 $\pm$ 0,34
	14	1,22 $\pm$ 0,10	1,50 $\pm$ 0,36
	21	1,34 $\pm$ 0,10	1,51 $\pm$ 0,35

Примечание: *—статистически достоверные отличия от фоновых показателей ($p < 0,05$)

Микроскопическое исследование реакции печеночной ткани на 7-е сут выявило сохраненную в основном гистоархитектонику органа. В парен-

химе встречаются отдельные некротизированные участки, по периферии которых гепатоциты выявлялись с признаками регенерации, а единичные клетки – в стадии зернистой дистрофии. Портальные тракты слабо инфильтрированы лимфоидными элементами. Волокна поликапрона окружены грануляционным валом, отделены от паренхимы печени прослойкой незрелой соединительной ткани. Содержание гликогена и липидов в гепатоцитах обычное, а РНК – несколько увеличенное. В отдаленных от имплантанта участках органа регистрируются слабо выраженные явления гепатита; содержание гликогена, липидов и РНК не отличается от контрольного уровня. Аналогичная картина наблюдается в этот период и при имплантации МК. Однако в этом случае отмечаются фибриновые наложения в местах имплантации, появление на периферии органа клеток с явлениями умеренно выраженного перигепатита.

К 14-м сут послеоперационного периода печеночная ткань микроскопически полностью восстанавливала свою структуру. Воспалительная инфильтрация была незначительной, преимущественно в центре долек. В препаратах, окрашенных по Ван-Гизону, волокна поликапрона окружены молодой соединительной тканью с большим количеством гигантских клеток и сидерофагов. Гепатоциты с признаками дегенерации не обнаружено, внутриклеточное содержание липидов находилось на контрольном уровне, а РНК – незначительно выше, чем в контроле. В отдаленных участках печени гистологически наблюдали картину легкого межлочного гепатита с нормальным содержанием в клетках липидов, гликогена и РНК. Близкая картина наблюдается в этот период и при имплантации МК, однако окружающий волокна гемостатика лимфоцитарный вал более пышный с большим количеством гигантских многоядерных клеток.

На 21-е сут в месте имплантации и в отдаленных участках органа наблюдается обычная гистоструктура, содержание в клетках РНК, гликогена и липидов обычное. Междольковые соединительнотканые прослойки незначительно расширены. Поликапран находится в виде отдельных фрагментов, окруженных незначительным воспалительным валом. При имплантации препарата сравнения отмечается значительная пролиферация соединительной ткани. Среди воспалительного инфильтрата и грануляционной ткани можно заметить массивные элементы гемостатического материала.

К 28-м сут биодеградация поликапрона полностью завершена и только в соединительнотканном рубце содержатся отдельные макрофаги с гранулами препарата. Печеночная паренхима во всех участках имеет нормальную микроструктуру и обычную гистофункциональную картину. Процесс резорбции МК в этот период еще полностью не завершен, гистологически выявляется усиленная утилизация макрофагами фрагментов препарата.

Таким образом, поликапран оказывает благоприятное влияние на течение послеоперационных процессов при хирургическом лечении травмы печени. Биодеградация препарата полностью завершается к 28-м сут, при этом наблюдается более положительная динамика исчезновения воспалительного компонента и некоторое улучшение восстановительных процессов в окружающих имплантант тканях печени по сравнению с традиционно применяемым локальным гемостатиком оксицеллюлозной природы – марлей кровоостанавливающей.

Список литературы

1. Алиновская В. А., Капуцкий Ф. Н., Стельмах В. А. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1. С. 34.
2. Поликапран / ВФС 42-2033-90. М., 1990.
3. Капуцкий Ф. Н., Юркович Т. Л. Лекарственные препараты на основе производных целлюлозы. Мн., 1989.
4. Сборник руководящих методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения. М., 1987.
5. Кассин В. Ю., Андреев С. Д. // Экспериментально-клинические аспекты применения биологических полимеров в медицине. М., 1981. С. 12.

6. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / Под ред. В. В. Меньшикова. М., 1987.
7. Колб В. Г., Камышников В. С. Клиническая биохимия. Мн., 1976.
8. Меркулов Г. А. Курс патологической техники. М., 1964.
9. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии и гистологической техники. М., 1982.
10. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Рига, 1959.

УДК 581.2.02

В. М. ЮРИН, А. И. СОКОЛИК

РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕМБРАНОТРОПНОГО ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

In terms of changes in the stationary and kinetic bioelectrical parameters the xenobiotic membranotropic effect on characean cells is described. It is shown that non-specific effect is to be determined by modifying electrodiffusion properties of the cell membrane.

Как отмечалось ранее [1, 2], клетки харовых водорослей обладают высокочувствительной и дифференцированной реакцией на различные химические агенты. Механизмы многих мембранотропных эффектов могут в принципе оказаться близкими у широкого класса биологических мембран, что позволяет перенести качественные зависимости, установленные на клетках харовых водорослей, на иные типы клеток. Наглядным примером такого подхода служат работы японских исследователей [3–5], в которых изучалось влияние одорантов на биоэлектрическую реакцию клеток *Nitella*. На основании полученных данных авторы делают выводы об аналогии между молекулярными механизмами развития под действием одорантов реакции обонятельных клеток и клеток *Nitella*. Более того, в работе [6] выдвигаются экспериментальные доказательства о наличии в клетках харовых водорослей систем, имеющих определенное сходство с α - и β -адренорецепторами животной клетки. В этой связи представляется целесообразным, по крайней мере на предварительных этапах, рекомендовать использование в качестве тестового объекта клетки харовых водорослей в системах скрининга биологической активности химических соединений.

В настоящей работе были поставлены задачи исследовать мембранотропные эффекты ксенобиотиков (на примере некоторых антибиотиков) и провести интерпретацию полученных экспериментальных данных в рамках развиваемых нами подходов [1, 2, 7].

Материал и методика

Экспериментальный материал получен в опытах с харовой водорослью *Nitella flexilis*. В экспериментах использовались 2-я или 3-я интернодальные клетки водоросли, выращиваемые в лабораторных условиях. Для регистрации электрических характеристик применялась стандартная микроэлектродная техника [8]. Опыты проводились либо в искусственной прудовой воде (ИПВ) состава 10^{-4} М KCl, 10^{-3} М NaCl и 10^{-4} М CaCl₂, либо в безкальциевой среде (ИПВ–CaCl₂). Схема опытов и экспериментальные условия подробно описаны в работе [1].

Результаты и их обсуждение

Заметные сдвиги биоэлектрической реакции клетки вызывают в сравнительно низких концентрациях три соединения из числа испытывавшихся: 6-аминопенициллановая кислота, бензилпенициллин и тетрациклин, действие которых начинает проявляться в концентрациях 10^{-6} и 10^{-5} М. Во всех случаях наблюдается деполяризация мембраны и падение ее электрического сопротивления (R), причем в опытах с присутствием ионов Ca²⁺ в окружающей среде клетка более устойчива к действию указанных соединений. При отмыве клетки от бензилпенициллина (10^{-5} М) мембранный потенциал (V) продолжал падать, а сопротивление возрастало. Аналогичная реакция отмечена и для тетрациклина. Действие других антибиотиков начинает проявляться при более

высоких концентрациях. Так, ампициллин вызывал достоверные сдвиги потенциала и сопротивления лишь в концентрациях 10^{-4} – 10^{-3} М, причем, в отличие от приведенных выше случаев, наступает гиперполяризация мембраны и возрастание ее сопротивления.

Можно предполагать, что наблюдаемые сдвиги связаны с непосредственным действием ампициллина на плазмалемму, на что указывает сравнительно небольшое время развития реакции: порядка 5 мин после добавления препарата. Однако концентрация ампициллина 10^{-6} М, не вызывающая на протяжении часа заметных изменений величин V и R , при более длительном выдерживании обусловила появление сдвигов, по знаку совпадающих с теми, которые наблюдались при действии высоких концентраций. Трудно сказать, вызвано ли такое действие сорбцией ампициллина мембраной или его диффузией в клетку. Возможно, последнее более вероятно, поскольку отмыв клетки не приводит к восстановлению электрических параметров мембраны, а наблюдается деполяризация и небольшое уменьшение электрического сопротивления.

В наших опытах клетки *N. flexilis* оказались весьма устойчивыми к действию феноксиметилпенициллина, метициллина и оксациллина, которые оказывают влияние лишь в концентрациях 10^{-3} М и выше.

Весьма заметное влияние на клетку оказывает амфотерицин В, действие которого начинает проявляться в концентрациях 10^{-6} М и выше; временное развитие реакции клетки на амфотерицин В иллюстрирует рис. 1. Следует отметить, что при удалении агента из среды наблюдается тенденция возвращения регистрируемых величин к первоначальному уровню.

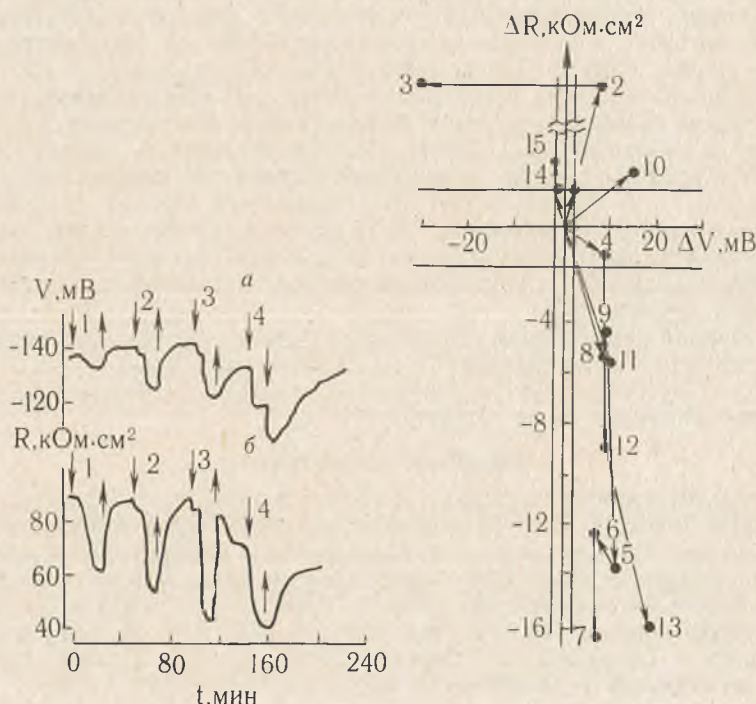


Рис. 1. Развитие биоэлектрической реакции клетки на действие амфотерицина В. Сдвиги РЭП (а) и электрического сопротивления (б): 1– $3,8 \cdot 10^{-6}$ М; 2– $1,1 \cdot 10^{-5}$ М; 3– $0,3 \cdot 10^{-4}$ М; 4– $0,9 \cdot 10^{-4}$ М. Стрелками (и) и (и) указаны моменты добавления и удаления вещества из окружающей среды

Рис. 2. Результаты тестирования некоторых антибиотиков в ИПВ- CaCl_2 , представленные на диаграмме (ΔV , ΔR): ампициллин, 10^{-5} М (1), 10^{-4} М (2), 10^{-3} М (3); 6-аминопенициллановая кислота, 10^{-6} М (4), 10^{-5} М (5), 10^{-4} М (6), 10^{-3} М (7); бензилпенициллин, 10^{-5} М (8), 10^{-4} М (9); оксациллин, 10^{-5} М (10); тетрациклин, 10^{-6} М (11), 10^{-5} М (12), 10^{-4} М (13); феноксиметилпенициллин, 10^{-4} М (14), 10^{-3} М (15)

Большинство испытывавшихся соединений вызывает ухудшение показателей селективности, обуславливая падение проницаемости мембра-

ны к ионам K^+ (P_K) или рост величины коэффициента проницаемости к другим ионам (P_i), а чаще одновременное появление обоих этих сдвигов; интерпретация изменений ионной проницаемости мембраны (ΔP_i) проведена в рамках феноменологической теории Гольдмана по данным, приведенным на рис. 2 [2]. По-видимому, это наиболее распространенный и, в известной мере, тривиальный эффект, обусловленный неспецифическими модификациями мембранных структур.

Характеристика кинетики мембранотропных эффектов антибиотиков

Соединение	Концентрация, М	Быстро изменяющийся коэффициент проницаемости	Знак параметров		Тип механизма
			ΔP_1	ΔP_2	
ИПВ	Развитие реакции				
Амфотерицин	$3,8 \cdot 10^{-6}$	P_K	—	+	E_+
	$1,1 \cdot 10^{-5}$	P_K	—	+	D_+
	$0,3 \cdot 10^{-4}$	.	.	.	A_+
Синтомицин	10^{-6}	P_j	+	—	C_+
	10^{-5}	.	—	—	B_-
Тетрациклин	$3 \cdot 10^{-5}$	.	.	.	A_+
	$5 \cdot 10^{-5}$	.	+	+	B_+
Эритромицин	$8,3 \cdot 10^{-5}$	P_j	+	—	F_+
ИПВ- $CaCl_2$					
Бензилпенициллин	10^{-4}	P_j	—	+	C_+
	10^{-3}	.	.	.	A_+
Тетрациклин	10^{-6}	P_j	+	—	C_+
ИПВ	Отмыв				
Амфотерицин	$3,8 \cdot 10^{-6}$	.	.	.	G
	$1,1 \cdot 10^{-5}$	.	.	.	G
Синтомицин	10^{-6}	.	.	.	G
	10^{-5}	.	.	.	G
Тетрациклин	$3 \cdot 10^{-5}$	.	.	.	.
	$5 \cdot 10^{-5}$	.	.	.	G
ИПВ- $CaCl_2$					
Бензилпенициллин	10^{-4}	.	.	.	G
	10^{-3}	.	.	.	G
Тетрациклин	10^{-6}	P_K	—	—	J

Используя присмы, приведенные в работах [2, 7], можно охарактеризовать особенности временного развития мембранотропной реакции клетки на действие ксенобиотика (таблица). Среди изученных антибиотиков представлены основные типы механизмов развития реакции, причем изменение концентрации агента часто обуславливает переход от одного типа к другому. Так, амфотерицин Б в ИПВ в концентрации $3,8 \cdot 10^{-6}$ вызывает сдвиги, развивающиеся по механизму E_+ ; в силу различия констант равновесия ($K_j > K_K$) увеличение концентрации до $1,1 \cdot 10^{-5}$ М обуславливает изменение типа реакции (D_+), а при дальнейшем повышении концентрации ($0,3 \cdot 10^{-4}$ М) реакция протекает по схеме A_+ . Более быстрые изменения претерпевает величина P_K . Отмыв при всех концентрациях развивается по схеме G.

Увеличение концентрации синтомицина с 10^{-6} до 10^{-5} М также вызывает смену типа механизма — C_+ на B_- . При понижении концентрации более быстрой реакцией характеризуется величина P_j . Отмыв в обоих случаях протекает по механизму G.

Реакция клетки в ИПВ на тетрациклин в концентрации $3 \cdot 10^{-5}$ М протекает по механизму A_+ , а более высокая концентрация ($5 \cdot 10^{-5}$ М) действует по механизму B_+ ; по-видимому, $K_j \neq K_K$. В безкальциевой среде имеет место схема C_+ . Отмыв в обеих средах протекает по типу G или J.

Для эритромицина характерна переходная реакция с нулевым стационарным уровнем (схема F_+); за быстрым увеличением коэффициента P_j следует падение величины P_K .

Приведенные результаты показывают, что в сочетании с данными стационарных сдвигов величин V и R оказывается возможным отнесение кинетических характеристик наблюдаемых изменений ΔP_i к конкретным ионам.

С другой стороны, исследование условий квазиобратимости биоэлектрической реакции может являться характеристикой устойчивости клеточной мембраны к действию испытанных соединений.

Полученные данные указывают на то, что испытанные антибиотики оказывают неспецифическое действие, выражающееся в изменении электродиффузионных характеристик мембраны.

Таким образом, клетки харовых водорослей являются весьма удобным объектом для исследования механизмов химически индуцируемых мембранотропных эффектов. Эксперименты, включающие варьирование концентрации не только ксенобиотика, но также ионного состава и других факторов внешней среды, позволяют получить весьма детализированную картину наблюдаемых эффектов; благодаря значительным размерам клетки и прецизионности регистрирующих приемов обеспечивается весьма высокая (по критериям, принятым для биологических исследований) точность измерения.

Список литературы

1. Юрин В. М., Иванченко В. М., Галактионов С. Г. Регуляция функций мембран растительных клеток. Мн., 1979.
2. Юрин В. М. Электрофизиологический анализ основных закономерностей взаимодействия органических соединений с мембранами растительной клетки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Мн., 1980.
3. Ueda T., Kobatake Y. // Jaur. Membrane Biol. 1977. V. 34. N 4. P. 351.
4. Ueda T., Kurihara K., Kobatake Y. // Journ. Membrane Biol. 1975—76. V. 25. N 3-4. P. 271.
5. Ueda T. et al. // Nature. 1975. V. 253. N 5493. P. 629.
6. Ониани Д. А. Физико-химические механизмы регуляции циклоза растительной клетки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тбилиси, 1987.
7. Юрин В. М., Соколик А. И., Кудряшов А. П. Регуляция ионного транспорта через мембраны растительных клеток. Мн., 1991.
8. Юрин В. М., Гончарик М. Н., Галактионов С. Г. Перенос ионов через мембраны растительных клеток. Мн., 1977.

УДК 574.457(28)

В. А. БАБИЦКИЙ

МЕЙОБЕНТОС ТРЕХ ОЗЕР ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ, СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПОТОКА

In the article the dynamics of meiobenthic animals (body length up to 3—3,5 mm), content of radionuclides (^{137}Cs) and its flow in the Gomel district's lakes are discussed. The attempt is undertaken to estimate the content of nuclides in the stock of dry biomass for the areas of the lakes being investigated.

Авария на ЧАЭС привела к широкомасштабному загрязнению радионуклидами земельных и водных угодий. Выпаив на поверхность водоемов, радиоактивные осадки в результате жизнедеятельности биоты распределились по различным звеньям пищевых сетей и включились в круговорот вещества в этих экосистемах. Таким образом, одним из основных механизмов рециклинга радионуклидов в водоемах является их вхождение в пищевые сети и накопление в отдельных звеньях этих сетей. В водоемах, в том числе и загрязненных радионуклидами, основная масса донных животных, потребляя первичную продукцию планктона и перифитона, а также образовавшийся в результате ее трансформации детрит, принимает участие в переносе этих нуклидов в донные осадки. С другой стороны, аккумулированные в живой массе зообентоса радиоактивные вещества в результате его потребления рыбой поступают на более высокие трофические уровни, вплоть до человека.

Цель настоящей работы — изучить количественное развитие донных мейобентических животных (размер тела не более 3—3,5 мм) и провести

предварительную оценку потока радионуклидов через эту группировку беспозвоночных в трех озерах, расположенных на территориях Ветковского и Добрушского р-ов Гомельской обл.

Материал и методика

Исследования проводили в начале (май), середине (июль) и конце (октябрь) вегетационного сезона 1992 г. на близких к мезотрофному типу димиктических озерах Святское и Риславское и высокоэвтрофном полимиктическом оз. Ревучее. Указанные озера служат объектом мониторинга, проводимого Проблемной НИЛ гидроэкологии Белгосунiversитета, начавшегося сразу после аварии на ЧАЭС. Краткая характеристика изученных озер приведена в работах [1, 2]. Первые два озера характеризуются небольшой площадью (7, 6 и 7, 9 га), относительно большими глубинами (около 7 и 11 м), наличием практически на протяжении всего вегетационного сезона термо- и оксиклина и присутствием сероводорода в слое гипolimниона. Оз. Ревучее (площадь 20 га, макс. глубина не более 2,5 м) характеризуется отсутствием температурной, кислородной стратификации и сероводорода. Сбор материала проводили только в зоне литорали (оз. Святское и Риславское) и на полуразрезе примерно от максимальной глубины до побережья (оз. Ревучее). Сбор образцов только в литорали двух озер был обусловлен тем, что в профундали, в связи с наличием в придонных слоях сероводорода, организмы мейобентоса не зарегистрированы [1]. Пробы отбирали стратометром с площадью поперечного сечения 9,6 см². В работе [1] было показано, что основная масса организмов мейобентоса в этих озерах сконцентрирована в верхнем 1–2-сантиметровом слое грунта. Однако для более достоверного получения результатов высота колонки грунта в стратометре во всех случаях была равна 5 см. На каждой станции отбиралось по 2–3 колонки, которые в последующем объединялись в одну пробу.

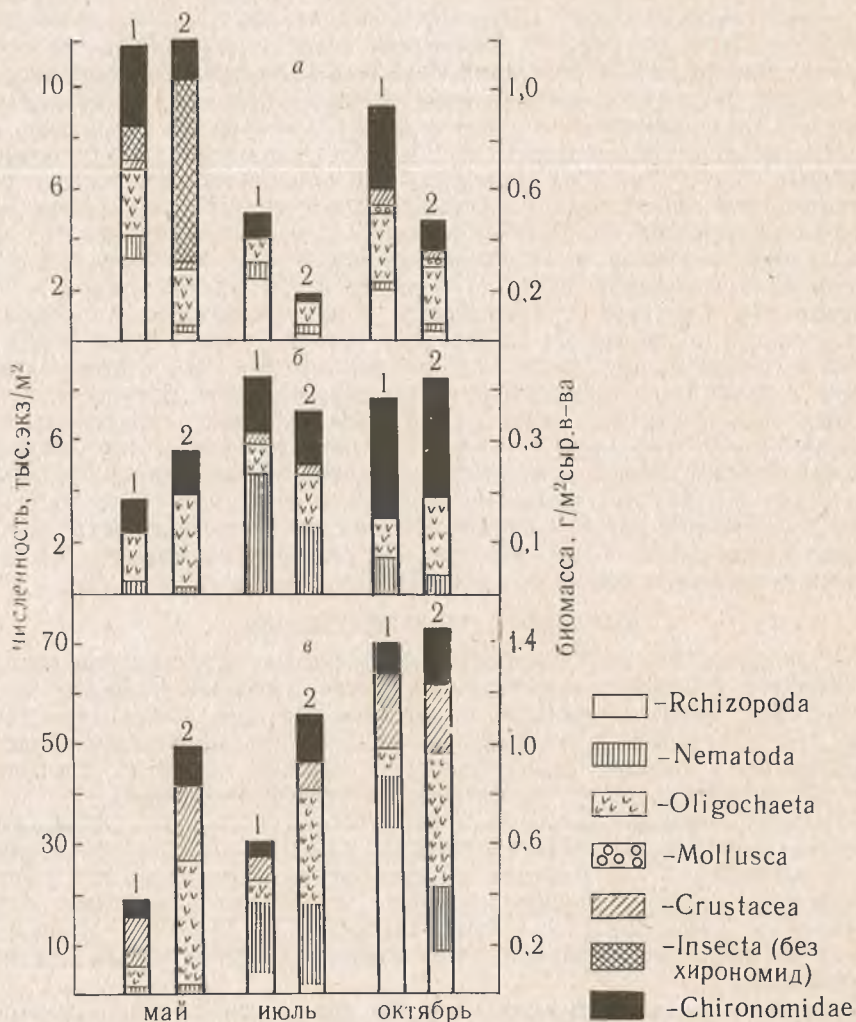
Результаты и их обсуждение

Как и в июле 1991 г. [1], мейобентос изученных озер в разные месяцы не отличался высоким разнообразием. Всего в составе мейофауны дна оз. Святское зарегистрировано 9 таксонов разного систематического ранга, оз. Риславское – 4, оз. Ревучее – 10. Наибольшее таксономическое разнообразие в первом (7 таксонов) и третьем озере (9 таксонов) отмечено в октябре, в оз. Риславское (4 таксона) – в июле.

В разные месяцы вегетационного сезона в составе мейобентоса встречены практически только нематоды, олигохеты и личинки хирономид, к которым в оз. Ревучее можно добавить ракушковых рачков. Приведенные данные свидетельствуют, что в формировании общей численности мейобентоса в более трофном оз. Ревучее принимало участие большее число таксонов, чем в менее трофных озерах Святское и Риславское.

Проведенные на протяжении только трех месяцев вегетационного сезона наблюдения не могут, конечно, выявить полной картины динамики донной мейофауны в озерах. Однако в связи с тем, что наблюдениями охвачены основные сезоны (весна, лето, осень) года, которые входят в состав вегетационного периода, полученные данные позволяют судить о тенденциях в развитии изученной группировки животных в этот период (рисунок). Как видим, характер изменений общей численности и биомассы в изученных озерах различался. Если в оз. Святское ход численности и биомассы можно передать двухвершинной кривой с максимумами в начале и конце вегетационного сезона, то в оз. Ревучее эти показатели закономерно нарастали от мая к октябрю. В оз. Риславское в летний и осенний месяцы численность и биомасса мейобентоса были примерно одинаковыми. Приведенные данные также свидетельствуют о том, что роль отдельных систематических групп в формировании общей численности различалась как в разные месяцы, так и в разных озерах. Например, по численности в оз. Святское в мае доминировали раковинные амёбы (28,0 % от общей) и хирономиды (27,4 %), в июле – те же амёбы (52,6 %) и олигохеты (28,8 %), в октябре – хирономиды и олигохеты (37,6 и 28,8 %). В оз. Ревучее в мае в общей численности мейобентоса основная роль принадлежала олигохетам и

циклоподам (27,1 и 27,8 %), в июле – нематодам (43,7 %), в октябре – ризоподам и остракодам (48,3 и 15,1 %). Что касается суммарной биомассы, то следует отметить практически полное преобладание в ней малощетинковых червей, доля которых по этому параметру в разные месяцы в оз. Святское находилась в пределах 20,4 – 69,9 %, в оз. Риславское – 34,2 – 68,1 %, в оз. Ревучее – 36,4 – 50,1 %.



Динамика численности (1) и биомассы (2) мейобентоса в озерах Святское (а), Риславское (б) и Ревучее (в) в разные месяцы вегетационного периода 1992 г.

Сведения, характеризующие осредненные за вегетационный сезон показатели развития отдельных таксономических групп и мейобентоса в целом, представлены в табл. 1, из которой видно, что основная роль в формировании общей численности донной мейофауны в оз. Святское принадлежала раковинным амёбам, олигохетам и личинкам хирономид. В оз. Риславское место отсутствующих ризопод заняли круглые черви. В наиболее трофном оз. Ревучее можно выделить четыре основных таксона (ризоподы, нематоды, олигохеты, ракушковые рачки), которые составляли около 78 % общей численности. Анализ результатов, представленных в табл. 1, выявил интересную закономерность, заключающуюся в том, что по мере возрастания уровня трофии озёр масса средней особи в мейобентосе закономерно снижалась. Так, в озерах Святское, Риславское и Ревучее этот показатель составил 0,072, 0,054 и 0,030 мг сыр. в-ва соответственно.

Таблица 1

Средние за вегетационный сезон 1992 г. величины численности (N , тыс. экз/м²)
и биомассы (B , мг/м² сыр. в-ва) отдельных таксономических групп и мейофауны в целом в озерах

Таксоны	оз. Святское				оз. Риславское				оз. Ревучее			
	N	B	N , %	B , %	N	B	N , %	B , %	N	B	N , %	B , %
Rhizopoda	2,60	9,9	29,9	1,6	0	0	0	0	12,84	64,2	32,2	5,1
Nematoda	0,51	13,2	5,9	2,2	2,23	58,3	33,6	16,3	7,93	206,9	20,0	17,3
Oligochaeta	2,20	206,4	25,3	33,2	1,58	151,0	23,8	42,2	5,16	497,1	12,9	41,7
Mollusca	0,10	4,0	1,2	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladocera	0,11	2,0	1,3	0,3	0	0	0	0	2,55	68,3	6,4	5,7
Cyclopidae	0	0	0	0	0,10	1,0	1,5	0,3	2,25	50,1	5,6	4,2
Ostracoda	0,20	4,4	2,3	0,7	0	0	0	0	4,98	81,1	12,5	6,8
Insecta (без хирономид)	0,55	253,3	6,3	40,8	0	0	0	0	0,33	16,3	0,8	1,4
Chironomidae	2,41	127,7	27,8	20,6	2,73	147,8	41,1	41,2	3,82	208,8	9,6	17,5
Всего:	8,68	620,9			6,64	358,1			39,86	1192,8		

Для понимания закономерностей накопления и трансформации радионуклидов в водных экосистемах первостепенное значение приобретают данные, характеризующие продукцию популяций, группировок и сообществ, населяющих эти системы. Зная биомассу и продукцию, а также концентрацию радионуклидов в разных компонентах биоты представляется возможным оценить не только содержание радиоактивных элементов в биомассе и продукции за определенное время, но и определить величину потока и времени оборота этих элементов.

Для оценки продукции разных таксономических групп мейобентоса изученных озер были использованы P/B -коэффициенты, полученные для вегетационного сезона в разнотипных озерах Нарочанской группы. Ранее было показано [3], что P/B не зависят от уровня трофии водоемов и имеют определенное значение для отдельных таксонов. При расчете продукции животных, не приведенных в этой работе, были использованы сезонные P/B , представленные в сообщении [4]. Значения использованных при расчете продукции P/B приведены в табл. 2. В этой же таблице представлены данные по продукции отдельных таксономических групп мейобентоса в озерах. Как видим, наибольшей продукцией во всех трех исследованных водоемах характеризовались личинки хирономид и малощетинковые черви. У первых продукция за вегетационный сезон находилась в пределах 1,51 (оз. Святское) – 2,46 г/м² (оз. Ревучее), у вторых – 0,85 (оз. Риславское) – 2,78 г/м² (оз. Ревучее). Несмотря на достаточно высокие величины численности круглых червей (см. рис. и табл. 1), их продукция в озерах оказалась низкой, что можно объяснить как их незначительной индивидуальной массой, так и невысоким темпом продуцирования.

Таблица 2

P/B -коэффициенты за вегетационный сезон, сезонная продукция (P , г/м² сыр. в-ва) и доля отдельных таксономических групп в общей продукции мейобентоса в озерах

Таксоны	P/B - коэфф.	оз. Святское		оз. Риславское		оз. Ревучее	
		P	P , %	P	P , %	P	P , %
Rhizopoda	3,0	0,03	0,9	0	0	0,19	2,3
Nematoda	2,9	0,04	1,2	0,17	6,1	0,60	7,1
Oligochaeta	5,6	1,16	33,7	0,85	30,6	2,78	33,0
Mollusca	2,3	0,01	0,3	0	0	0	0
Ostracoda	3,3	0,01	0,3	0	0	0,27	3,2
Cladocera	18,1	0,04	1,2	0	0	1,24	14,7
Cyclopidae	16,8	0	0	0,02	0,7	0,84	10,0
Chironomidae	11,8	1,51	44,0	1,74	62,6	2,46	29,2
Ephemeroptera	2,5	0,63	18,4	0	0	0,04	0,5
Всего:		3,43		2,78		8,42	

Организмы мейобентоса в изученных озерах представлены в основном мирными формами. Хищники представлены лишь крупными циклопидами, роль которых в общей биомассе и продукции мейофауны озер невелика (см. табл. 1, 2). Исходя из этого, представилось возможным рассчитать суммарную продукцию мейобентоса без учета рациона хищников. Оказалось, что значение этого параметра в наименее трофном озере Святское составило 3,43 г/м² за вегетационный сезон, в наиболее трофном оз. Ревучее – 8,42 г/м². В последнем продукция группировки мейобентических животных превышала таковую в первых двух озерах в 2,4 и 3,0 раза.

При оценке запасов биомассы мейобентоса исходили из того, что в озерах Святское и Риславское зона обитания этих беспозвоночных ограничена соответственно 4-х и 3-метровыми изобатами. На больших глубинах из-за присутствия в придонных слоях этих водоемов сероводорода организмы донной мейофауны не зарегистрированы [1]. В оз. Ревучее, где сероводород отсутствует, мейобентос распространен по всей акватории. Таким образом, исходя из батиметрических и гидрохимических данных зона обитания мейобентоса в оз. Святское составляет 23,0, в оз. Риславское – 16,6, в оз. Ревучее – 200,0 тыс. м². Из приведенных данных и представленных в табл. 1 расчетов биомассы на 1 м² нетрудно рассчитать, что запасы биомассы в расчете на зону обитания в озерах Святское и Риславское в среднем за вегетационный сезон составят всего 14,3 и 5,9 кг сыр. в-ва. В оз. Ревучее значение этого параметра оказалось равным 227,8 кг.

По данным Проблемной НИЛ гидроэкологии, концентрация радионуклидов (по цезию-137) у разных видов донных животных и фауны зарослей макрофитов (пиявки, моллюски, личинки насекомых, в т. ч. хирономид, ракообразные и др.) в изученных озерах в среднем равна $4,20 \pm 0,61 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг сух. в-ва. При пересчете сырой биомассы мейобентоса на сухую был использован коэффициент 0,2, который широко применяется в практике гидробиологических исследований.

Расчеты показали, что в биомассе мейобентоса, определенной на всю зону его обитания в озерах Святское и Риславское, содержится в среднем за вегетационный сезон $11,9$ и $5,0 \cdot 10^{-7}$ Ки (по ¹³⁷Cs). В эвтрофном оз. Ревучее, где мейобентос распространен по всей акватории, содержание ¹³⁷Cs в запасах биомассы составило в среднем $1,91 \cdot 10^{-5}$ Ки.

Располагая данными по продукции мейобентоса за вегетационный сезон, содержанию сухого вещества в сырой и концентрации радионуклидов в сухой массе, нетрудно рассчитать поток радионуклидов через группировку мейобентоса за вегетационный сезон. Оказалось, что за 180 сут периода вегетации в озерах Святское и Риславское величина этого потока будет равна $6,6 \cdot 10^{-3}$ и $3,9 \cdot 10^{-3}$, а в оз. Ревучее – 0,14 Ки. Низкие значения величины потока в первых двух озерах по сравнению с оз. Ревучее объясняются более низким развитием мейобентоса в них, меньшей площадью и наличием сероводорода в придонных слоях профундали, который препятствует расселению мейофауны по всей акватории.

Для понимания закономерностей круговорота радионуклидов в водных экосистемах большой интерес представляет оценка времени их оборота в пределах отдельных группировок или целостных сообществ в этих экосистемах. В первом приближении это время представляет собой не что иное, как обратную величину скорости оборота, или P/V -коэффициента, у которого делемое рассчитано как среднесуточная величина. Проведенные вычисления показали, что время оборачиваемости радионуклидов в пределах группировки мейобентических беспозвоночных в менее трофном оз. Святское составило 32 сут, в более трофных озерах Риславское и Ревучее – 23 сут. Это означает, что число оборотов радионуклидов, содержащихся в мейобентосе за вегетационный сезон (180 сут), в наименее трофном оз. Святское будет равно 6, в двух других озерах – около 8.

Список литературы

1. Бабицкий В. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3. С. 24.
2. Остапеня А. П., Павлютин А. П. // Прикладные вопр. лимнол. Беларуси. Мн., 1992. С. 100.
3. Бабицкий В. А. // Гидробиол. ж. 1980. Т. 14. № 1. С. 37.
4. Винберг Г. Г., Бабицкий В. А., Гаврилов С. И. и др. // Биопродуктив. озер Белоруссии. Мн., 1971. С. 5.
5. Гурвич В. В. // Биол. внутр. вод. 1969. № 3. С. 57.

НАДЕЖНОСТЬ СКЕЛЕТА КОНЕЧНОСТЕЙ ПТИЦ

Strength reserve of the compact substance has been estimated on the basis of the data on the maximum (destroying) load of tubular limb bones of 8 species of birds. It has been proved that with the increase of bird size and the decrease of its movement activity the significance of limb bones reliability index lowers.

Для птиц как наземных позвоночных животных характерен высокий уровень двигательной активности. С различными способами передвижения связана реализация всех жизненно важных функций. В конечном итоге локомоторные способности птиц обеспечивают выживание в борьбе за существование отдельных особей, популяций и видов. Основу органов движения птиц составляют скелетные образования (трубчатые кости). Сочетанием морфологических и механических свойств скелетных элементов обеспечивается устойчивое функционирование органов передвижения при действии сложных, меняющихся во времени нагрузок.

В биомеханике в качестве показателя, характеризующего надежность скелета, используется величина, выражающая отношение максимальной (разрушающей) нагрузки скелетного элемента к массе тела животного [1, 2, 3].

Выяснение механизмов, обеспечивающих высокую степень надежности функционирования локомоторных систем у наземных позвоночных животных, предполагает изучение в этом направлении такой специфической группы животных, как птицы.

Нами проведено определение запаса прочности проксимальных звеньев скелетов конечностей птиц, отличающихся размерами, экологической специализацией и филогенетическим статусом.

Материал и методика

Для определения разрушающей нагрузки образцы трубчатых костей птиц испытывались на сжатие. При этом размеры образцов готовились с учетом соотношения длины образца к его диаметру как 2:1, что является необходимым условием при проведении подобных испытаний для небиологического материала [1]. Образцы указанных размеров выпиливались фрезой из средней трети диафизов трубчатых костей, помещенных на деревянную основу. Крепились кости к основе с помощью самотвердеющей шитой пластмассы «Протакрил-М».

Отпрепарированные кости и изготовленные для биомеханических испытаний образцы хранились непродолжительное время (до 2-х месяцев) в 2 %-м растворе формалина.

Испытание образцов на сжатие проводилось на машине Р-10 в Институте зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН Украины. Всего изготовлено и испытано 113 образцов трубчатых костей птиц восьми видов.

Запас прочности [1,3] рассчитывался по формуле: $n = \frac{P}{m}$, где n – коэффициент условного запаса прочности; P – разрушающая нагрузка кости при сжатии, Па; m – масса животного, кг.

Полученные результаты обработаны с помощью вариационно-статистических методов [4].

Результаты и их обсуждение

Величины разрушающих нагрузок дают представление о механических свойствах компактного вещества трубчатых костей, кроме того, позволяют установить факторы, их определяющие. Поэтому предлагаем обсудить результаты испытаний костных образцов на сжатие.

В таблице представлены данные о разрушающих нагрузках компактного вещества проксимальных звеньев конечностей птиц с массой тела от 0,16 кг (сойка) до 1,3 кг (тетерев). Как видно, разрушающая нагрузка компактного вещества плечевых костей птиц варьирует от $0,6 \pm 0,03$ кН (сойка) до $2,9 \pm 0,11$ кН (кряква). Несколько ниже разрушающие нагрузки для компактного вещества бедренных костей, которые изменяются от $0,5 \pm 0,02$ кН (сойка) до $1,8 \pm 0,16$ кН (чомга). Анализ коррелятивных

зависимостей разрушающих нагрузок с площадью компактного вещества кости, с уровнем его минерализации, индексом компакты, а также микроструктурными характеристиками компактного вещества показал, что фактором, определяющим величину разрушающих нагрузок, является площадь компактного вещества. Коэффициенты корреляции при этом составляют 0,974 (для плечевых) и 0,929 (для бедренных костей). Вместе с тем анализ эмпирических данных позволяет заключить, что, по-видимому, у птиц, скелетная система которых адаптирована к разным способам передвижения, характер коррелятивной связи может быть иным. Например, величины разрушающих нагрузок для компактного вещества бедренных костей чомги и кряквы составляют $1,8 \pm 0,16$ кН и $1,4 \pm 0,04$ кН (соответственно). Площадь же компактного вещества бедренной кости кряквы ($6,6 \text{ мм}^2$) почти в 2 раза меньше площади компактного вещества бедренной кости чомги ($12,9 \text{ мм}^2$). Массы тела чомги и кряквы различаются незначительно.

Разрушающие нагрузки, кН, компактного вещества проксимальных звеньев скелетов конечностей птиц

Вид	Масса тела, кг	Плечевая кость		Бедренная кость	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V
Чомга— <i>Podiceps cristatus</i>	0,90	$2,1 \pm 0,14$	15,3	$1,8 \pm 0,16$	20,6
Кряква— <i>Anas platyrhynchos</i>	1,04	$2,9 \pm 0,11$	11,2	$1,4 \pm 0,04$	8,0
Тетерев— <i>Lirurus tetrrix</i>	1,30	$2,5 \pm 0,01$	11,6	$1,7 \pm 0,14$	21,8
Рябчик— <i>Tetrastes bonasia</i>	0,37	$1,2 \pm 0,05$	10,7	$0,7 \pm 0,03$	10,2
Вальдшнеп— <i>Scolopax rusticola</i>	0,30	$1,3 \pm 0,05$	11,1	$0,7 \pm 0,04$	16,5
Чайка озерная— <i>Larus ridibundus</i>	0,28	$1,4 \pm 0,04$	8,2	$0,5 \pm 0,03$	13,0
Сойка— <i>Garrulus glandarius</i>	0,16	$0,6 \pm 0,03$	11,2	$0,5 \pm 0,02$	10,1
Грач— <i>Corvus frugilegus</i>	0,49	$1,9 \pm 0,05$	8,2	$0,9 \pm 0,05$	16,2

Полученные данные позволили рассчитать коэффициенты уравнений регрессий для разрушающих нагрузок и площадей компакты, которые имеют следующее выражение: $P = 0,25 S^{0,881}$ для компактного вещества плечевых костей птиц и $P = 0,2 S^{0,914}$ для бедренных костей, где P – разрушающая нагрузка, кН; S – площадь компактного вещества, мм^2 . Незначительные различия коэффициентов приведенных уравнений позволяют предположить, что одни и те же принципы определяют указанные зависимости.

Не менее важной, на наш взгляд, является также выраженная прямо пропорциональная зависимость ($r = 0,863$) между разрушающей нагрузкой и процентным содержанием золы в компактном веществе бедренных костей птиц [5]. Для компактного вещества плечевых костей зависимость между исследованными показателями не выражена ($r = 0,152$). Эти различия объясняются особенностями функционирования плечевых и бедренных костей. Бедренные кости адаптированы к механическим нагрузкам, действующим в направлении, совпадающем с направлением продольной оси кости, в то время как плечевые кости птиц испытывают преимущественно изгибающие нагрузки.

Полученные нами данные о разрушающих нагрузках позволили рассчитать показатель запаса прочности для проксимальных звеньев конечностей птиц. Оказалось, что в целом для исследованных видов птиц более высокий показатель имеют плечевые кости, для которых показатель варьирует от 514 (озерная чайка) до 200 (тетерев). Значения показателей для бедренных костей значительно ниже и изменяются от 289 (сойка) до 129 (тетерев).

В литературе [1] имеются сведения о значениях показателя запаса прочности скелетных элементов млекопитающих, поэтому представляет

определенный интерес сравнение его значений для птиц и млекопитающих. Корректным считаем проведение сравнения для животных одинаковых размеров (масса тела). Так, у крысы (масса тела 0,3 кг) среднее значение показателя прочности для скелетных элементов конечностей равно 221, а у вальдшнепа (масса тела 0,3 кг) – 351 (среднее для плечевой и бедренной). Более высокое значение показателя для птиц обусловлено, на наш взгляд, их большей двигательной активностью, что является общеизвестным фактом.

Показатели запасов прочности проксимальных звеньев скелетов конечностей птиц связаны логарифмическими зависимостями с массой тела и выражаются следующими уравнениями: $n = 236,9 M^{-0,419}$ для плечевых костей и $n = 147,5 M^{-0,332}$ для бедренных, где n – показатель условного запаса прочности; M – масса тела, кг.

Из приведенных уравнений видно, что показатель степени при массе тела в уравнении для бедренных костей несколько ниже, чем в уравнении для плечевых. Эти различия можно объяснить условиями функционирования и нагрузками, испытываемыми указанными элементами скелета.

Для скелетных элементов конечностей млекопитающих характерна та же закономерность [1, 3], значение показателя степени при массе тела в подобном уравнении для млекопитающих еще ниже и составляет – 0,27 [1].

Таким образом, у птиц так же, как и у млекопитающих, надежность скелета локомоторного аппарата мелких видов оказывается выше и уменьшается по мере увеличения массы тела и снижения двигательной активности.

Список литературы

1. М е л ь н и к К. П. // Вестн. зоологии. 1984. № 4, С. 3.
2. Проблемы прочности в биомеханике. М., 1988.
3. М е л ь н и к К. П., К л ы к о в В. И. Локомоторный аппарат млекопитающих. Киев, 1991.
4. Р о к и ц к и й П. Ф. Биологическая статистика. М., 1967.
5. Б у р к о Л. Д. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 2. С. 41.



УДК 911.5

Л. В. КОЗЛОВСКАЯ, А. В. ТОМАШЕВИЧ

К ВОПРОСУ О ПЕРЕСТРОЙКЕ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

The article gives the basic conception of reforming the structure of economics in Belarus. The system of factors and grounds is analysed, determining the ways of overcoming the economic crisis in the republic in the period of transition to market economy.

Проблема структурной перестройки экономики республики стала не только актуальной для профессионалов-экономистов, но и модной темой в средствах массовой информации. Поэтому на сегодняшний день нет недостатка как в критике сложившейся структуры экономики, так и в предложениях о направлениях ее перестройки.

К сожалению, как правило, высказываемые мнения и предложения не имеют достаточно убедительной экономической аргументации. Основная причина – отсутствие серьезных исследований и необходимой информации по собственной республике, а также информации о зарубежном опыте, особенно об опыте постсоциалистических государств, вступивших на путь реформирования своего хозяйства несколько раньше и более решительно, чем Беларусь.

В связи с изложенным предлагаемые суждения по вопросу перестройки структуры экономики Беларуси следует рассматривать как предварительные, которые при необходимости могут стать предметом специального научного обоснования.

Прежде всего следует назвать факторы, которые определяют объективную необходимость структурной перестройки экономики республики. На наш взгляд, это:

- техническая отсталость производственной сферы: высокая материало- и энергоемкость, низкий технический уровень производства и неконкурентоспособность основной массы выпускаемой продукции на внешнем рынке;
- недостаточное развитие социального комплекса – социальной инфраструктуры и производств, ориентированных на удовлетворение потребностей человека;
- изменение геополитического положения республики в связи с провозглашением ее независимости и распадом СССР;
- осуществляемое изменение механизма хозяйствования – переход от централизованной командно-административной системы управления экономикой к рыночному механизму хозяйствования;
- социально-экономические последствия чернобыльской катастрофы и необходимость ужесточения экологических требований.

Первый из названных факторов – основной в числе приведших к современному экономическому кризису в республике. Своевременный переход на ресурсосберегающие технологии, на выпуск наукоемкой, соответствующей мировым стандартам продукции не поставил бы республику в такую жесткую зависимость как от поставщиков энергии и сырья, так и потребителей продукции.

Вывод из анализа влияния этого фактора на необходимость измене-

ния структуры экономики следующий: какой бы ни стала структура экономики, какие бы предложения по ее совершенствованию ни выдвигались – прогресса в социально-экономическом развитии республики без перехода на современные технику и технологию не будет. Поэтому приоритет в структурной перестройке должен отдаваться не изменению отраслевой структуры (т. е. «закрытию» одних отраслей, заводов, фабрик) и развитию других отраслей, строительству других заводов и фабрик), а целенаправленному изменению технологии производства, ассортимента и технико-экономического уровня выпускаемой продукции в существующих отраслях на действующих предприятиях.

Это позволит сократить время перестройки экономики, более полно использовать уже созданную производственную инфраструктуру и имеющийся производственно-квалификационный потенциал кадров. Что касается второго фактора, то, несомненно, наиболее ощутимым для населения, а поэтому и наиболее важным именно в ближайший трудный переходный период, является сдвиг в сторону производства продукции и услуг непосредственно для населения. В республике целесообразно производить все, что необходимо человеку в повседневной жизни, для ведения крестьянского, приусадебного и дачного хозяйства, индивидуальной трудовой деятельности, для отдыха, туризма и т. д. Этот фактор также не требует коренного изменения отраслевой структуры экономики республики. Он действует в том же направлении, что и первый – необходимо изменять ассортимент и повышать качество продукции и услуг на действующих предприятиях в соответствии с потребностями внутреннего и внешнего рынка.

Третий фактор вызывает наибольшее количество эмоций в прессе и требований коренным образом изменить сложившуюся нерациональную структуру экономики республики, навязанную ей из Москвы.

Геополитическое положение республики в связи с обретенной независимостью действительно изменилось. Но сформировавшуюся в рамках Союза многоотраслевую структуру экономики с развитыми машиностроением, легкой, пищевой, химической, нефтехимической и другими отраслями промышленности, производящими из привозного сырья ориентированную на вывоз конечную продукцию, можно оценить как весьма рациональную для современной Беларуси.

Поэтому считаем глубоко ошибочным мнение, что сложившаяся структура промышленности Беларуси была навязана извне в ущерб интересам республики и является тормозом дальнейшего развития ее экономики. Создание здесь так называемого «сборочного цеха» бывшего СССР явилось объективным, исторически оправданным процессом, учитывающим географическое положение республики, ограниченность ее сырьевой и топливной базы, узость внутреннего рынка, а также необходимость выигрыша во времени для создания индустриально развитого региона на западе страны, ориентированного на экспорт большей части продукции.

В современном положении именно это и может явиться важнейшим условием дальнейшего развития экономики Беларуси при правильной организации дела. Поэтому постановка вопроса о глубокой, радикальной перестройке отраслевой структуры промышленности в корне неверна, так как затянет состояние нестабильности и еще больше усугубит кризис, тем более, что строить и перестраивать не за что.

Благодаря суверенности, Беларусь может по своему усмотрению выбирать поставщиков сырья, материалов, энергии, потребителей продукции, руководствуясь собственной экономической выгодой, эффективно используя свое географическое положение в центре Европы на перекрестке магистральных нефте- и газопроводов, ЛЭП, железнодорожных, воздушных и автомобильных трасс, а также ранее завоеванный авторитет на бывшем союзном и мировом рынках, уже созданный производственный аппарат и квалификацию кадров. Для государства, имеющего такое выгодное географическое положение и уже созданную развитую обрабатывающую промышленность, нецелесообразна перориентация экономики на свои ограниченные ресурсы и в основном на внутреннего потребителя. Стратегия социально-экономического развития Беларуси должна быть не оборонительной, нацеленной на самообес-

печение всем, а активной, наступательной – установка не только на сохранение прежних, но и на завоевание новых рынков сбыта продукции и поставщиков сырья и энергии.

Реализация вышеизложенных предложений в области стратегии и тактики совершенствования структуры экономики Беларуси может быть успешной только при условии энергичного реформирования системы хозяйствования. Переход к многообразию форм собственности, заинтересованность конкурирующих производителей-собственников в увеличении объемов производства, удешевлении и повышении качества продукции объективно обусловят стремление к техническому переоснащению производства, к привлечению зарубежных инвесторов, к изменению ассортимента продукции, к выпуску того, на что есть спрос на мировом рынке, к поиску и обретению выгодных партнеров и т. д. Поэтому форсирование процесса разгосударствления и приватизации – магистральный путь ускорения процесса реструктуризации экономики.

В связи с изложенным следует еще раз подчеркнуть, что экономический союз с Россией и другими странами СНГ – во благо, однако, являясь паллиативной мерой, может усугубить кризисное положение, так как допущено отставание Беларуси в темпах разгосударствления и приватизации средств производства. Союз может быть реализован исключительно на уровне предприятий, объединений-компаний, корпораций и т. п., но Беларусь, где монополия государственной собственности сохраняется, к этому не готова. Здесь процесс формирования рыночных отношений запаздывает. Поэтому путь выхода из кризиса – не в создании очередной программы. Разнообразных программ, концепций, схем, обоснований и тому подобных разработок – множество, а вот и ныне там, так как все они наталкивались на чиновничество, корпоративные интересы местной и союзной номенклатуры и тихо умирали в архивах НИИ и Госпланов. Чтобы максимально ускорить процесс разгосударствления и приватизации во всем многообразии форм и вариантов собственности, приватизацию целесообразно начинать не с бань, прачечных и столовых (хотя и это надо ускорить), а с базовых отраслей – машиностроения, энергетики, топливной промышленности, радиоэлектроники и вычислительной техники, промышленности строительных материалов, химии и нефтехимии и т. п. Это даст базовым отраслям мощный импульс борьбы за выживание путем привлечения инвестиций (в том числе зарубежных), совершенствования структуры производства, перестройки технологии и оснащения предприятий современной техникой. На этой основе можно ожидать роста качества продукции и ее конкурентоспособности. Процесс формирования компаний, корпораций (национальных и транснациональных) начнется незамедлительно. Опыт новых индустриальных стран об этом свидетельствует достаточно убедительно. Автоматически будут решаться вопросы сырья, топлива, сбыта продукции и, естественно, отраслевой структуры. Последняя в условиях рыночной экономики будет видоизменяться постоянно в зависимости от многих факторов.

Одновременно получит импульс развития производственная и социальная, а также экологическая инфраструктура с учетом территориальных природно-экономических условий.

Особого внимания и подходов требуют процессы приватизации и вхождения в рыночные отношения сельского хозяйства и других сфер деятельности, связанных с использованием природно-ресурсного потенциала республики. Эти процессы должны осуществляться, на наш взгляд, энергично, но весьма осмотрительно. Им должна предшествовать большая подготовительная работа землеустроительных, агрономических и других научных коллективов. Их усилиями необходимо форсировать создание кадастров природных ресурсов, и в первую очередь земельного кадастра, на основе денежной оценки ресурсов и крупномасштабного экономико-географического и экологического районирования территории.

Новые кадастры должны явиться научно-информационной основой совершенствования правового и экономического механизма государственного регулирования природопользования в условиях различных форм собственности на землю и другие природные ресурсы агропромышленного назначения. Такой механизм позволит наиболее эффективно

воздействовать на структурные изменения посевных площадей, решать вопросы эколого-экономического обоснования отчуждения земель, водных и лесных площадей для несельскохозяйственного использования и решения других задач общегосударственного значения. Главным при этом является придание статуса национального богатства всем природным ресурсам республики и лишение местных органов власти полномочий распоряжения землей и другими ресурсами без соответствующих санкций государственного фонда природных ресурсов, функционирующего при Верховном Совете республики.

Предварительные исследования показывают, что природно-ресурсный потенциал Беларуси позволяет существенно увеличить количество и расширить ассортимент сельскохозяйственной продукции для местного потребления и экспорта за счет более рационального использования внутренних ресурсов.

В частности, необходимо:

- изучить вопрос перераспределения посевных площадей в пользу посевов льна, конопли и других технических (в том числе масличных) культур, а также зерновых (рожь, овес, пшеница, кукуруза и др.) за счет сокращения посевов картофеля. Компенсация сокращения посевов картофеля должна быть обеспечена за счет увеличения его урожайности (внедрения технологии картофелеводов Голландии), строительства современных картофелехранилищ и переработки картофеля в полуфабрикаты по опыту стран Европейского Сообщества;

- расширить энергетическую базу сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности путем массового внедрения установок на биогазе (использовать опыт Китая, где количество газогенераторных установок превысило 10 млн), а также малогабаритных гидроэнергогенераторов на малых и средних озерах, реках и водохранилищах;

- форсировать приватизацию малых и средних озер, искусственных водохранилищ и створов небольших рек для массового рыбоводства и разведения бобров, выдр и других животных и водоплавающей птицы;

- рассмотреть вопрос о целесообразности приватизации малых и средних месторождений полезных ископаемых в целях решения проблемы местных строительных материалов, минеральных и органических удобрений (мергель, торфовиванит, сапропель, цеолит, глауконитовые пески и др.).

В качестве важнейшего аргумента структурной перестройки экономики республики во многих публикациях называется экологический фактор. Предлагается ликвидировать, закрыть либо ограничить развитие экологически вредных производств. Эти требования усиливаются в связи с тем, что около 20 % территории Беларуси загрязнено радионуклидами.

Актуальность вопроса уменьшения и предотвращения загрязнения природной среды на территории республики не вызывает сомнений. Однако «ликвидаторский» и «запретительский» пути по отношению к экологически небезопасным производствам, как показала практика, не дают желаемых результатов. Экономические аргументы, как правило, сильнее экологических эмоций. Поэтому, считая необходимость соблюдения экологических требований аксиомой, не следует этот фактор абсолютизировать. В каждом конкретном случае решение должно приниматься на основании сравнения затрат на обеспечение экологической безопасности того или иного производства с его социально-экономическим эффектом. Если республика нуждается в экологически небезопасных производствах, она должна найти средства и пути их экологизации. Поэтому экологический фактор при обосновании структурной перестройки должен учитываться в числе других экономических факторов, определяющих эффективность той или иной отрасли, того или иного производства.

В заключение еще раз подчеркнем, что реализация упомянутых и других дополнительных потенциальных возможностей экономики Беларуси возможна главным образом за счет высвобождения инициативы

трудящегося человека на основе различных форм собственности на средства производства. Статус производителя должен быть на порядок выше статуса бизнесмена от торговли, приоритет производителя должен быть обеспечен и гарантирован государством в экономическом и правовом отношении.

Государственное регулирование процесса реструктуризации экономики в национальных интересах должно осуществляться через двухпалатный парламент на основе законов, нормативов, налоговой системы и других механизмов, поощряющих производителя и защищающих потребителя, а также правительством национального доверия, состоящим из профессионалов управленческого труда.

УДК 551.48

Р. А. ЖМОЙДЯК, Н. А. КАПЕЛЬЩИКОВ, Ф. Е. ШАЛЬКЕВИЧ

ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ КАК ИНДИКАТОР НОВЕЙШИХ ТЕКТНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

On the basis of different data (aerial photography, topographic maps) local changes in the river-bed of river Pripyat and its tributaries Slovechna and Ubort are revealed.

Гидрографическая сеть является важным индикатором развития различных природных процессов. Для осуществления природоохранных мероприятий и рационального использования природных ресурсов необходимо изучение закономерностей и особенностей динамики природных явлений. Материалы повторных аэрофотосъемок наряду с топографическими картами позволяют получать сведения о динамике природных компонентов изучаемой территории за период между соответствующими залетами [1].

Современная эрозионная сеть отличается особой чувствительностью к новейшим тектоническим движениям и разнообразием форм проявления.

Выполненные многочисленные исследования и богатый фактический материал не вызывают сомнений в том, что и временные, и постоянные водотоки разрабатывают свои долины в определенном соответствии с геологическим строением, характером и направленностью неотектонических движений [2, 3, 4, 5]. Отсюда становится очевидной важность анализа пространственного положения планового рисунка гидросети как индикатора новейших тектонических движений. Приведенные ниже примеры показывают локальные изменения планового положения р. Словечны, которая уходит с поднятия, огибая его и вырабатывая новые русла. При этом по количеству и ширине русел (оставленных и настоящего), характеру поймы, мощности выполняющих ее аллювиальных и болотных аккумуляций можно установить приблизительную продолжительность пользования рекой или иным отрезком русла, относительную интенсивность и количество положительных пульсаций (циклов) поднятия в голоценовое время. Использование разновременных материалов (снимков и топографических карт) позволило в ряде случаев проследить динамику развития названного процесса. Так, сопоставление по одной и той же территории аэрофотоснимка залета 1971 г. и крупномасштабной топокарты (рис. 1), изготовленной в 1954 г., свидетельствует, что в этот промежуток времени (17 лет) р. Словечна в результате активизации Выступовичской и Кузьмичевской структур в очередной (пятый) раз изменила положение своего русла.

Еще более сложная и интересная картина существенной перестройки гидросети обнаружена в р-не Вербовичского неотектонического поднятия (рис. 2). По данным комплекса структурно-геоморфологических исследований, участок между дд. Антонов и Конотоп испытывает интенсивные современные движения положительного знака. В пользу этого говорят многочисленные факты, основным из которых можно считать отчетливо читаемое по аэрофотоснимку стабильное отступление русла Словечны в южном направлении, т. е. в сторону от поднятия. Предполагается, что р. Мытва, впадающая в р. Припять у д. Конотоп, ранее (до активизации

Вербовичского неотектонического поднятия) была левым притоком р. Словечны. Слияние их происходило между дд. Вербовичи и Гридни, и далее Словечна текла в северном направлении к д. Конотоп, где соединялась с Припятью. На одном из этапов активизации неотектонического поднятия (прежде всего северной его части) Словечна изменила свое направление у д. Гридни с северного на юго-юго-восточное и протекала восточнее д. Дворище. На аэрофотоснимке достаточно уверенно дешифрируются отрезки брошенных русел. Однако на первоначальных стадиях р. Мытва все-таки оставалась притоком Словечны. Лишь в период одновременной активизации Вербовичского и Тешковского неотектонических поднятий, когда Словечна заняла предпоследнюю стадию русла (по направлению д. Белый Берег), Мытва, делая дугообразный изгиб у д. Гридни на север, заняла бывшее русло Словечны.



Рис. 1. Схема перестройки неотектонических поднятий:

а — русло р. Словечна, выкопированное с топографической карты масштаба 1:10 000, составленной в 1954 г.; б — результаты дешифрования аэрофотоснимка масштаба 1:50 000 залета 1971 г. Стадии (I, II, III, IV) отступления и современное (V) положение русла реки.
1 — современные русла рек; 2 — брошенные русла рек; 3 — неотектонические поднятия

Рис. 2. Схема изменения гидросети в р-не Вербовичского неотектонического поднятия. Условные обозначения те же, что и на рис. 1

На положительные современные движения указывают, кроме того, интенсивное (аномальное для данной территории) развитие эоловых образований, подмыв берегов, формирование старой высокой поймы, скопление водорослей и рытвин в ее пределах. Надпойменные террасы характеризуются относительно повышенными уровнями.

Весьма интересным представляется плановое положение р. Уборти. Стекая с Украинского щита в северном направлении, при подходе к зоне Южно-Припятского разлома река делает коленообразный изгиб, дугообразно огибает с запада Колищенское неотектоническое поднятие и затем от Милошевичей на всем своем протяжении строго контролируется границей интенсивного проявления галокинеза (рис.3). Если к востоку от этой зоны и вдоль нее амплитуда деформации кровли верхнефаменской соленосной толщи изменяется в пределах 1000 м и более, то западнее не превышает 200–300 м. Анализ и сопоставление многочисленных геологических, геоморфологических, морфометрических и других материалов в комплексе с неотектоническими построениями вполне определенно наводят на мысль о том, что русло Уборти ранее проходило между Буйновичской, Лельчицкой и Софиевской соляными структурами на севере и Западно-Валавской на юге и далее на восток в субширотном направлении до впадения в Припять южнее Наровли, четко укладываясь при этом в синклиналильные зоны по кровле соли. На этом участке предшествующими геологосъемочными работами установлены древнеаллювиальные отложения муравинско-поозерского возраста, одновозрастные с аллювиальными осадками второй надпойменной террасы Припяти. В конце поозерского этапа, в результате положительной активизации названных структур, режим поднятия охватил и отрезок Уборти, расположенный между ними. Скорость подвижек блоков превышала силу водного потока и река вынуждена была изменить направление своего течения с восточного на северное. Наиболее расширенные

и пониженные участки долины оказались занятыми водами, стекающими с прилегающих с севера и юга возвышенных территорий, образовалась заболоченная и заторфованная озерно-аллювиальная равнина. В последующем долину Пра-Уборти унаследовали своим нижним течением р. Словечна и ее левый приток Батывля. А контуры долины Пра-Уборти вписываются в пра-долину Стырь-Словечна, предположения о существовании которой впервые были высказаны П. А. Тутковским. Более детально строение долины изучено А. М. Мариничем, которому удалось проследить ее через все южное Полесье на расстояние более 400 км.

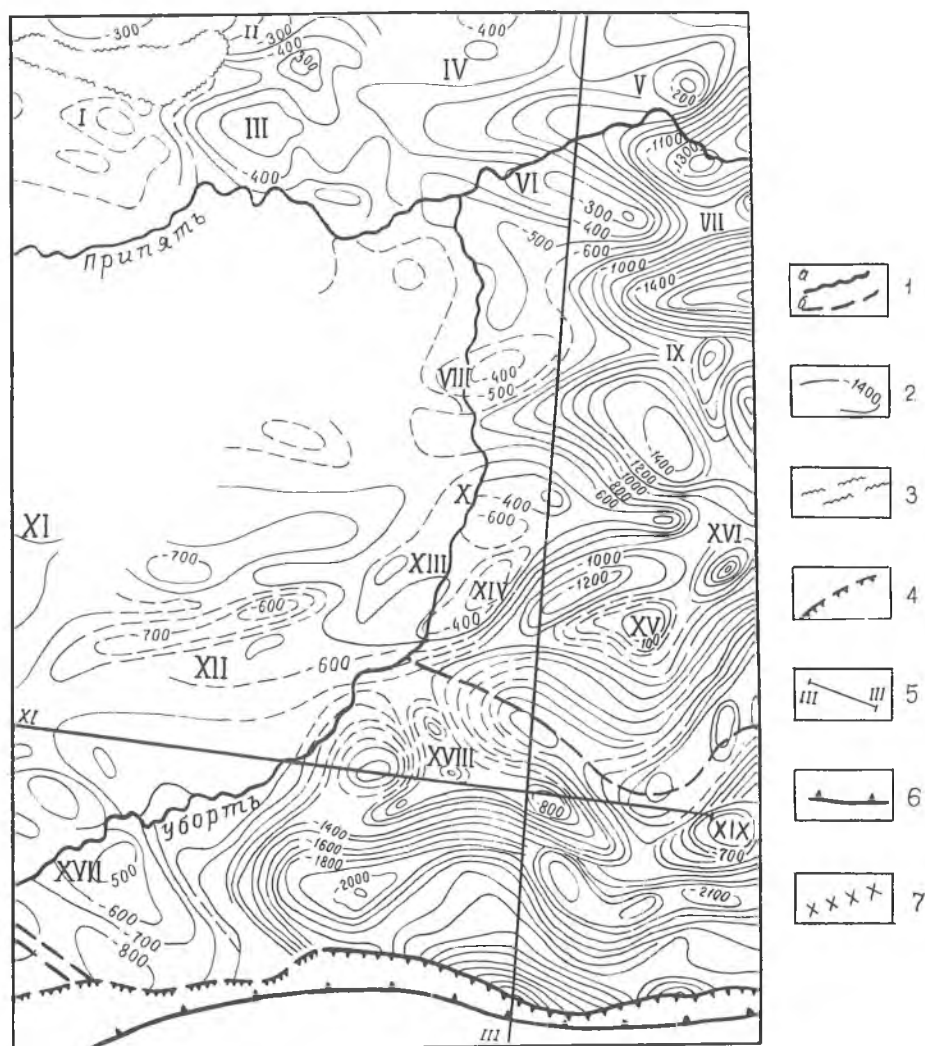


Рис. 3. Соотношение планового положения р. Уборти и западной границы интенсивного проявления галокинеза:

1 — русла рек (а — современные, б — брошенные); 2 — изогипсы поверхности верхнесоленосных отложений; 3 — граница предполагаемого замещения отложений верхнесоленосной толщи; 4 — граница прекращения прослеживания горизонта; 5 — зоны осложнения сейсмического материала; 6 — региональные сейсмопрофили; 7 — Южно-Припятский разлом.

Локальные структуры: I — Найдовская, II — Бриневская, III — Петриковская; IV — Северо-Шестовичская, V — Конковичская, VI — Шестовичская, VII — Скрыгаловская, VIII — Сколодинская, IX — Казимировская, X — Буйновичская, XI — Симоновичская, XII — Дубровская, XIII — Великопольская, XIV — Лельчицкая, XV — Софиевская, XVI — Анисимовская, XVII — Боровская, XVIII — Западно-Валавская, XIX — Валавская

Современное плановое положение Уборти, четко контролируемое соляной тектоникой, подтверждает тесную связь гидросети и глубинной структуры, одновременно указывая на активное проявление галокинеза в новейший этап развития, по крайней мере, по линии Боровской, Западно-Валавской, Лельчицкой, Буйновичской и Сколодинской структур.

Подобные примеры можно наблюдать, анализируя положение и других рек, в том числе и Припяти, обладающей достаточно мощным водным потоком. В частности, в пределах исследованной территории Припять южнее Барбарова (рис. 4) делает коленообразный изгиб на восток, что вызвано подходом реки к Наровлянской соляной структуре. Именно этим изгибом Припять выбирает межсводовое понижение между Наровлянской и Восточно-Наровлянской структурами и, плавно меандрируя, течет далее на юг. У северной окраины Наровли она четко отыскивает себе путь между Восточно-Ельской и Ломышской межсолевыми поднятиями, дугообразно огибает последнее и затем наталкивается на формы, которые обусловил Ельский соляной вал, приобретая в связи с этим субширотное направление. Однако река пересекает Восточно-Ельское соляное поднятие над его сводом, чему, вероятно, способствовала активизация в поздне-поозерско-раннеголоценовое время Карповичской и Ломачевской межсолевых структур.

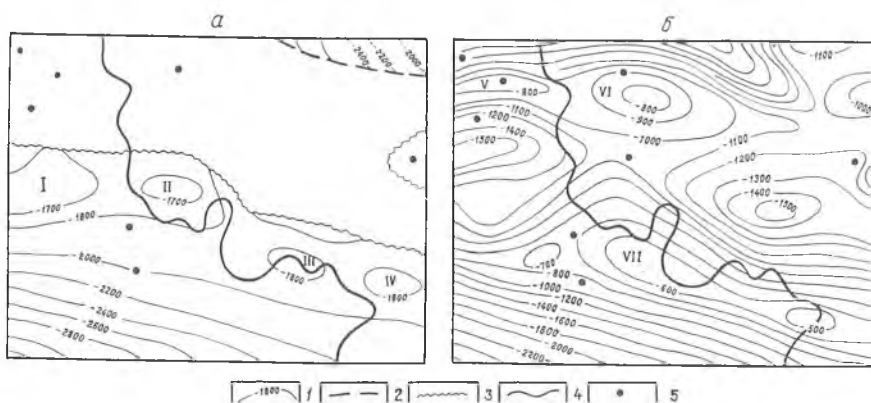


Рис. 4. Соотношение планового положения русла р. Припяти и погребенной структуры:

Выкопировки из структурных карт по поверхности межсолевых (а) и верхнесоленосных отложений (б). 1 — изогонисы маркирующих поверхностей; 2 — разрывные нарушения; 3 — границы отсутствия межсолевых отложений; 4 — русло Припяти; 5 — буровые скважины. Локальные структуры: I — Восточно-Ельская, II — Ломышская, III — Карповичская, IV — Ломачевская, V — Наровлянская, VI — Восточно-Наровлянская, VII — Восточно-Ельская

Для изучения рисунка и пространственного расположения речной сети применялись топокарты разных масштабов, с которых временные и постоянные водотоки снимались прямым графическим путем. При этом было установлено, что наибольшую информацию можно получить, используя в зависимости от характера исследований максимально крупный масштаб первичных карт с наиболее полным изображением эрозионной сети. Имеется множество примеров (не только по территории Припятского прогиба), когда крупные геологические структуры на отдельных участках индизировались мелкими реками, ручьями и даже ложбинами временных водотоков, на среднемасштабных же топокартах, в силу определенной генерализации, такие формы не находили отображения. В данном случае превостепенное значение играл знак и интенсивность новейших движений, которые оказывали определенное влияние на гидрографическую сеть независимо от того, крупная это река или небольшой ручей. Вопрос состоял лишь в том, как проявится это воздействие в плановом рисунке водотока и его местонахождении. Сопоставление планового положения гидросети производилось с погребенными структурами поверхности фундамента и нижней части платформенного чехла.

Список литературы

1. Вольская Л. С., Марьяна Л. В. // Гидрографическая сеть Белоруссии и регулирование речного стока. Мн., 1992. С. 17.

2. Горелик З. А. // Докл. АН БССР. 1961. Т. 5. № 1. С. 17.
3. Левков Э. А., Карабанов А. К. // Гидрографическая сеть Белоруссии и регулирование речного стока. Мн., 1992. С. 55.
4. Матвеев А. В., Абраменко Н. Н., Левков Э. А., Костко А. А. Неотектоника территории Припятского прогиба. Мн., 1980. С. 106.
5. Рельеф Белорусского Полесья / А. В. Матвеев и др. Мн., 1982. С. 131.

УДК 551.4 (476)

В. Н. КИСЕЛЕВ. И. Г. МАРЗИН

ЗОЛОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

In Byelorussian Polesye in the ice-age the tundra-steppe landscape was characterised by the presence of areas of sand desert with barkhans and other sand formes of relief. The modern dynamics of these formes demands a detailed study with the aim of explaining anthropogenic transformations of the environment of this region.

Полесские золотые формы рельефа пока не имеют строгой классификации и в современных географических публикациях, посвященных этому региону, определяются как материковые дюны, песчаные дюны и гряды, дюнно-бугристые образования или пески, дюнно-грядовые образования и т. д. Практически все их разнообразие сводится, как правило, к общему геоморфологическому понятию, отражающему своеобразие их нахождения и свойственный им природный облик. Отсутствие таксономической детализации упрощает и искажает их генезис и палеогеографическую ситуацию в полесском регионе.

Золотые формы рельефа Полесья уже достаточно долгое время привлекают к себе пристальное внимание географов и геологов. Так, П. А. Тутковский [1] рассматривал этот регион как одну из ископаемых пустынь северного полушария и полесские золотые образования считал послеледниковыми барханами. Им были выделены следующие типы этих барханов: одиночные (ориентированные отверстием на запад, несимметричные, угловые и в виде буквы «П»), полисинтетические – однорядные и многорядные (с широтным, меридиональным и под косым углом к меридиану размещением элементарных барханов), многорядные (концентрические и с кольцевыми валами). Вместе с тем П. А. Тутковский подчеркивал бесконечное разнообразие барханов.

Позднее В. К. Лукашев [2], исследуя палеогеологические условия образования дюнно-песчаных отложений Белорусского Полесья, пришел к выводу, что дюнно-бугристый рельеф этого региона не является первичным. Большинство песчаных форм рельефа, по его мнению, являются водно-аккумулятивными образованиями (береговыми валами), связанными с флювиогляциальными и речными потоками. Кроме того, на Полесье встречаются водно-эрозионные формы рельефа – островные останцы размыва (фрагменты террас, зандров, отдельные песчаные гряды и холмы водно-ледникового происхождения). Образование золотых ландшафтов связано с частичной переработкой ветром этих исходных форм в позднеледниковье. Таким образом, В. К. Лукашев не подтвердил вывод П. А. Тутковского об ископаемой пустыне на территории Припятского Полесья.

Б. А. Федорович [3] отнес Полесье к территориям с внепустынными (дюнными) формами рельефа, в основном продольными ветрам. О. Ф. Якушко и Н. А. Махнач [4] образование песчаных дюн связывают с береговыми валами древних (послеледниковых) водоемов и их вторичным развеванием в условиях сухого резко континентального климата нижнего дриаса. А. В. Матвеев и др. [5] золотой рельеф Полесья рассматривают уже как полигенетическое образование.

Основываясь на собственных наблюдениях, мы предлагаем следующую в значительной степени генерализованную схему классификации золовых форм рельефа Белорусского Полесья.

Одиночные симметричные барханы, палеобарханы, местное название «кривые горы». Лучше всего сохранились на Дивинской ступени кристаллического фундамента в западной части Полесья. От разветвления защищены лишайниковыми и мшисто-лишайниковыми сосняками. В отличие от параболических дюн с крутыми выпуклыми склонами имеют выпуклые пологие западные (наветренные) склоны. «Рога» ориентированы на восток. Этот факт непосредственно указывает на то, что их образование связано с западными [2], а не с восточными [1] ветрами. Внутренний, между «рогами», склон крутой. Гребень прослеживается четко, хотя во всех случаях сглажен. Котловина между «рогами» занята верховым (сосново-сфагновым) или низинным (ольхово-осоково-разнотравным) болотом. Высота барханов от 5 до 12 м, длина по гребню вместе с «рогами» до 200 м и более.

Продольные ветру гряды. Представляют собой узкие длинные, нередко искривленные гряды песка, ориентированные в субширотном (Западная часть Полесья) и субмеридиональном направлении (восточная часть). В последнем случае, при нахождении на залесенных песчаных водораздельных территориях, их ориентация совпадает с общим рисунком долин местной гидрографической сети (Ипы, Виши, Непачи и др.). По всей видимости, данное совпадение позволило В. К. Лукашеву [3] утверждать водно-аккумулятивное происхождение полесских песчаных образований. Однако неясно, как текучие воды могли образовывать прирусловые валы высотой в 5–8 м (современная высота продольных ветру гряд). Длина этих золовых форм рельефа достигает нескольких сот метров. Интересно, что на некоторых водоразделах, например Тремли и Ипы, они образуют парные системы. Ориентация гряд явно согласуется с преобладающими западными ветрами в западной части Полесья и возможным изменением их направления на юго-восток и юг в восточной части региона в палеогеографических условиях образования этих золовых форм рельефа.

Кольцевые дюны. Достаточно редкие золовые образования в центральной части Полесья (у Белого озера в Луненецком районе) высотой 2–2,5 м и поперечником до 100 м. Внутренняя округлая котловина выдувания, как правило, заболочена.

Дюнные береговые валы. Расположены в полосе сочленения современных обширных низменных болотных массивов и окружающих равнин и возвышенностей, например, в верховьях Погоннянского канала на южном окончании Хойникско-Брагинской возвышенности, в бассейнах рек Вити, Турьи, Морочи, на Днепровско-Бугском массиве и др. Длина дюнных береговых валов достигает нескольких, а в некоторых случаях десятков километров. Высота обычно 4–8, реже до 15 м.

Гипертрофированные комплексные дюнные образования. Безлесные территории, занятые ими, удивительным образом напоминают пустыню. Современная площадь отдельных участков с этими золовыми образованиями составляет несколько десятков и даже сотен гектаров (севернее пос. Дивин, западнее сел Старый и Новый Радин, Холецкая гора – эрозионный останец в пойме нижнего течения Припяти и многие другие). В их срединной части, котловинах выдувания, имеется одно или несколько заболоченных понижений, как результат неглубокого залегания приповерхностных грунтовых вод. Эти золовые образования представляют собой дальнейшее развитие дюнных береговых валов и являются реликтами комплексных параболических дюн.

Одиночные округлые дюны. Имеют сравнительно небольшие размеры – поперечник несколько десятков метров, высота до 5–8 м. Как правило, соседствуют с береговыми валами и гипертрофированными

дюнными образованиями. Эрозионные останцы надпойменных террас, имеющие такие же формы рельефа (южная часть болотного массива «Тремля»), не могут быть отнесены к золовым образованиям. К ним могут быть отнесены разрушенные барханы.

Другие формы золового рельефа Полесья (ячеистые пески, копьевидные, циркульные и другие формы дюн) к настоящему времени, по всей видимости, не сохранились. Однако на относительно приподнятых участках песчаных равнин существуют значительные площади слабо выраженных золово-бугристых форм рельефа. Экзогенные процессы и деятельность человека в течение продолжительного периода, следовавшего за образованием полесских дюн, в значительной степени нарушили исходные золовые формы рельефа.

В настоящее время большинство золовых форм рельефа закреплено растительностью (сосновые леса естественного или искусственного возобновления). Только отдельные дюны (у с. Заозерье Дрогичинского р-на), перемещаясь, наступают на крестьянские поселения. Вызванное осушением болотных массивов понижение грунтовых вод способствовало в ряде случаев усилению ветровой эрозии старопашотных угодий и образованию золовых микроформ рельефа (ряби и невысоких взбугрений). В пойме нижнего течения р. Припяти (ниже с. Конотоп) отложение песчаного аллювия за естественным препятствием (кустом) привело к образованию единичных вытянутых по течению грив (длиной до 60–80 м и высотой до 1,5 м), отсутствие растительности на которых вызвало их развевание.

В своей совокупности золовые формы рельефа Белорусского Полесья могут быть отнесены к двум основным генетическим группам. Одну из них составляют барханы, продольные ветру гряды и кольцевые дюны, другую – дюнные береговые валы, гипертрофированные комплексные дюнные образования и соседствующие с ними одиночные округлые дюны.

Правильные одиночные барханы образуются при отсутствии растительности, при небольшом количестве сыпучего песка, чтобы он не мог покрыть всю поверхность земли толстым слоем и чтобы сама поверхность земли, в отличие от сыпучего песка, была твердой и плоской [6]. Такая ситуация могла быть на Полесье только в условиях сухого континентального климата и наличия мерзлотного горизонта, т. е. в условиях тундростепи перигляциальной зоны последнего материкового оледенения.

Согласно данным А. В. Матвеева [7], основные золовые образования Полесья связаны с положительными структурами фундамента. Четкая приуроченность золовых форм рельефа к одной из внутренних возвышенностей этого региона, имеющих тектоническую природу образования (рисунок), позволяет предположить, что эта возвышенность существовала в перигляциальной зоне. В условиях сухого холодного климата на участках с сыпучими песками среди тундростепи на мерзлотных грунтах образовывались одиночные симметричные барханы. Образование сыпучих песков могло быть связано с ветровым разрушением мохово-лишайникового покрова. Не исключено также его разрушение многочисленными стадами копытных животных, населявшими тундростепь.

Образование продольных ветру гряд связано с постепенным, медленным процессом воздействия ветра на песчаный материал, закрепленный скудной растительностью [6].

Внутренние возвышенности Белорусского Полесья оказались берегами послеледниковых водоемов, и образование береговых песчаных валов, трансформированных в материковые дюны, укладывается в палеогеографическую схему, предложенную О. Ф. Якушко и Н. А. Махнач [4].

Таким образом, внутренние возвышенности Полесья имеют современный сложный комплекс золовых образований. Собственно золовые

по генезису формы рельефа распространены в центральных частях этих возвышенностей. Дюнные береговые валы и гипертрофированные дюнные образования занимают окраины этих возвышенностей (см. рисунок).

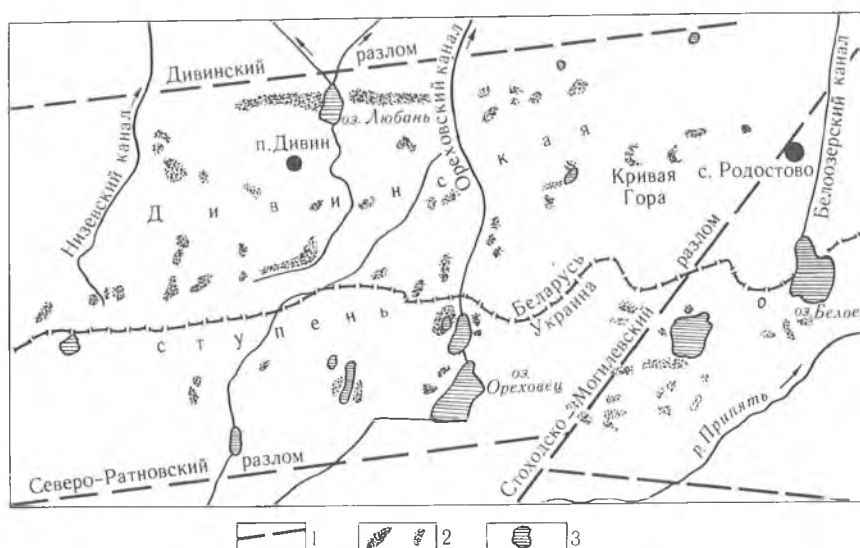


Схема золотых образований внутренней возвышенности на Дивинской тектонической ступени:

1 — тектонические разломы; 2 — золотые образования; 3 — озера.

В последнем случае они встречаются в комплексе с озерами тектонико-карстового происхождения [8], образуя уникальные полесские дюнно-озерные ландшафты. Ничего удивительного в этом нет: внутренние возвышенности в данном случае ограничиваются тектоническими разломами, в зонах которых коренные меловые породы в большой степени закарстованы [9].

Следует подчеркнуть, что образование и современная динамика золотых форм Белорусского Полесья требует детального изучения в связи с антропогенной трансформацией географической среды этого региона.

Список литературы

1. Тутковский П. А. Ископаемые пустыни Северного полушария (Приложение к «Землеведению» за 1909 г.). М., 1910.
2. Лукашев В. К. Палеогеологические условия образования дюнно-песчаных отложений Белорусского Полесья: Автореф. дис. ...канд. геогр. наук. Мн., 1963.
3. Федорович Б. А. // Развитие и преобразование географической среды. М., 1964. С. 92.
4. Якушко О. Ф., Махнач Н. А. // Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии. Мн., 1973. С. 76.
5. Матвеев А. В., Моисеенко В. Ф., Илькевич Г. И. и др. Рельеф Белорусского Полесья. Мн., 1982.
6. Федорович Б. А. Лик пустыни. М., 1954. 3-е изд.
7. Матвеев А. В. История формирования рельефа Белоруссии. Мн., 1990.
8. Завриев В. Г., Киселев В. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1972. № 1. С. 62.
9. Козлов М. Ф. Гидрогеология Припятского прогиба. Мн., 1976. Т. 1.

Д. В. НИЧИПОРОВИЧ, С. М. ЗАЙКО, А. В. ГОРЕЛЮК,
Т. Я. ЛОБАЧ, Л. Ф. ВАШКЕВИЧ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Monitoring study of meliorated soils in the Republic of Belarus made it possible to explore some peculiarities of the formation of soils of the above-mentioned type and a change of soils morphology, the structure of the topsoil, aqueous-physical and chemical properties, subsoil and surface waters. Taking one stationary site as an example, a prognosis of a change in the structure of the subsoil was made.

В Республике Беларусь важная роль принадлежит осушительной мелиорации земель как одному из решающих факторов в подъеме почвенного плодородия. Однако, являясь экологически неустойчивыми, мелиорированные почвы по мере давности освоения и сельскохозяйственного использования становятся потенциально менее плодородными.

Проблемная лаборатория экологии ландшафтов проводит мониторинговые исследования в различных ландшафтах мелиорированных территорий Беларуси. Исследования проводятся на стационарных площадках размером от 2 до 100 га и стационарных почвенно-геоморфологических профилях, протяженностью от 0,2 – 0,5 до 4 – 5 км с различной давностью осушения и сельскохозяйственного использования мелиорированных почв со сроком наблюдения от 2 до 16 лет. На стационарах изучались: морфология почв, структура почвенного покрова, сработка торфа, водно-физические и химические свойства, динамика влажности, растительность и ее химический состав, почвенно-грунтовые и поверхностные воды в динамике по годам и месяцам.

Мониторинговое изучение мелиорированных почв республики позволило выявить особенности почвообразования в них. Многолетними исследованиями установлено, что наиболее интенсивные изменения водно-физических свойств мелиорированных органогенных почв происходят в первые годы освоения и сельскохозяйственного использования в верхнем слое (0 – 30 см). Под влиянием осушения и сельскохозяйственного использования в них уменьшается влажность, увеличивается объемная масса, понижается уровень почвенно-грунтовых вод. Наиболее резко эти процессы проявляются на юге республики. Однако в условиях регулирования уровня грунтовых вод и соблюдения норм осушения эти изменения весьма незначительны: влажность снижается на 1,2 %, запасы влаги в слое 0 – 20 см – на 3 мм, в слое 0 – 50 см – на 13 мм, а в слое 0 – 100 см всего на 28 мм.

С увеличением срока осушения и сельскохозяйственного использования мелиорированных почв происходит закономерное уменьшение запасов влаги в них при переходе от почв торфяных средне- и маломощных к торфяно- и торфянисто-глеевым и далее к минеральным заболоченным. Запасы влаги в 20-сантиметровом слое торфяных средне- и маломощных почв составляли соответственно 101 – 201, 91 – 148 мм, в торфяно- и торфянисто-глееватых соответственно 90 – 80 и 55 – 70 мм, в дерново-перегнойно-глееватых – 29 мм. На фоне резкого изменения водно-воздушного режима и уменьшения общей обводненности территории в мелиорированных почвах существенно изменяется направленность процессов почвообразования. Застойный водный режим сменяется на периодически промывной и выпотной. Процессы аккумуляции органического вещества сменяются активными процессами биохимического разложения, в особенности верхней 30-сантиметровой торфяной толщи. Высокий удельный вес в ней приходится на микробные группировки, связанные с превращением минерального азота, отражающего интенсивную микробиологическую минерализацию торфа. В пахотном горизонте увеличивается содержание грибов и актиномицетов. Коэффициент минерализации (КАА/МПА) увеличивается в нем в 6 – 7 раз [1]. Высвобождаются минеральные компоненты с последующим выносом.

Интенсивное развитие процессов физического и биохимического разрушения и уплотнения органического вещества торфяных почв сопровождается значительным уменьшением мощности торфяной залежи

[2, 3]. Анализ средних данных по стационарным площадкам мелиорированных почв показывает, что за 10-летний период сельскохозяйственного использования мелиорированных почв в антропогенных ландшафтах Беларуси сработка торфа составляла от 0,84 до 6,9 см. Наименьшие величины (0,84–1,89 см/год) получены на стационарах с большим сроком сельскохозяйственного использования мелиорированных почв (более 50 лет) под посевом многолетних трав. Наибольшие (3,12–6,90 см/год) – под пропашными. Прослеживается четкая зависимость сработки органогенных почв от их мощности. Сработка торфяной залежи мощностью 30–50 см составляет 2,2 см/год, с мощностью 50–100 см – 2,9 см, 100–200 см – 3,8 см, более 200 см – 5,4 см/год.

Уменьшение мощности торфяной залежи сопровождается снижением содержания органического вещества в целом и особенно в пахотном горизонте. Наблюдается обратная зависимость содержания органического вещества в пахотном горизонте от мощности торфяного пласта и заторфованности территории в результате сельскохозяйственного использования мелиорированных органогенных почв. Среднее уменьшение органического вещества за 8 лет сельскохозяйственного использования мелиорированных торфяных среднемощных почв составило 7,3 %, торфяных маломощных – 8,0, торфяно- и торфянисто-глееватых – 10,5 и 32,4 %, дерново-перегнойно-глееватых – 47,4 % от содержания. В торфяных среднемощных с зарегулированным уровнем грунтовых вод (0,80–0,86 см) – 5,4 % за 14 лет использования в сельском хозяйстве. Ежегодно теряли общий азот: торфяные средне- и маломощные – 1,1–1,2 %, торфяно-глееватые – 7,3, дерново-перегнойно-глеевые – 9,3 % от содержания.

Процессы гумификации в низинных торфяных почвах после осушения идут весьма активно на всей территории региона. Однако наиболее значительные превращения органического вещества мелиорированных почв происходят в начальные периоды освоения в осоково-моховых торфах с невысокой степенью разложения, содержащих в составе растительного-торфообразователей много неустойчивых соединений.

В составе органического вещества торфяных средне- и маломощных почв уменьшается содержание битумов, фракции 1а фульвокислот, накапливаются подвижные и грубодисперсные фракции гуминовых кислот. Почвы характеризуются гуматным типом гумуса. Периодическое иссушение в вегетационный период торфяно-торфянисто-глееватых и дерново-подзолисто-глееватых глубокоосушенных почв способствует относительному накоплению в них негидролизуемого остатка и уменьшению содержания гумусовых кислот.

Сельскохозяйственное использование мелиорированных торфяных среднемощных почв сопровождается значительным повышением зольности (0,28–0,32 % в год) за счет усиления минерализации органического вещества, внесения шлаков с минеральными удобрениями и мелкозема ветровой эрозии. В мелиорированных торфяно- и торфянисто-глееватых почвах процесс увеличения минеральной части выражен сильнее (0,75–3,25 % в год) в основном за счет механического припахивания подстилающих торф минеральных горизонтов.

В составе осушенных торфяных среднемощных почв, характеризующихся периодически промывным водным режимом (УГВ на глубине 86 см; стационар «Озеро Черное»), накапливаются оксиды: кремния, алюминия, железа, серы, натрия и несколько слабее кальция.

В глубокоосушенных (УГВ глубже 150–200 см) торфяно- и торфянисто-глееватых почвах (стационар «Кривая») в вегетационный период весьма активно развиваются окислительные процессы, способствующие накоплению в них менее подвижных органических и железо-органических комплексов. В составе таких почв содержание алюминия увеличивается в 5,2 раза, железа – в 4,8, магния – в 3,2, серы – в 3,0, кремния – в 2,5 раза за 10 лет.

Осушительные мелиорации, нарушая экологически устойчивую среду формирования заболоченных и болотных почв, существенно изменяют их агрохимические свойства. Согласно литературным данным [4, 5], в условиях северо-запада Российской Федерации с начала сельскохозяйственного освоения мелиорированных низинных почв четко проявляется

зональный почвообразовательный процесс. В южных регионах Европейской части в основном происходят процессы подщелачивания мелиорированных почв и накопление CaCO_3 [6]. На территории изучаемого региона Беларуси процессы зонального характера выщелачивания проявляются значительно слабее в основном в торфяных мелиорированных почвах различной мощности. В них отмечается подкисление верхнего биологически активного слоя почвы. Однако при высоком стоянии почвенно-грунтовых гидрокарбонатно-кальциевых вод этот процесс нивелируется высвобождением кальция. Последний в значительных количествах поступает из разлагающихся остатков. По мере уменьшения мощности торфяного пласта процесс подкисления почв выражается четко на всю глубину профиля почв. Также четко процесс зонального почвообразования проявляется в осушенных минеральных заболоченных почвах. В минеральных почвах, новообразовавшихся после сработки торфа, наблюдается снижение как обменной, так и гидrolитической кислотности за счет уменьшения емкости поглощающего комплекса.

Систематическое внесение фосфорных и калийных удобрений на мелиорированных почвах способствует накоплению этих элементов во всех почвах. Исключение составляют почвы, находящиеся под посевами многолетних трав, где удобрения вносятся в небольших количествах, а отчуждение с урожаем зеленой массы значительное. Минерализация корневых остатков в почвах несколько замедлена [3, 4] из-за сильного уплотнения пахотного горизонта мощной корневой системой.

Относительно теплый и влажный климат региона способствует периодическому промачиванию и даже сквозному промыванию почвенных горизонтов мелиорируемых почв, способствуя тем самым формированию почв зонального типа. Следствием энергично протекающих процессов разложения органического вещества и применения минеральных удобрений является значительный вынос продуктов почвообразования в поверхностные и почвенно-грунтовые воды, накопление в них сульфатов и хлоридов, изменяющих гидрокарбонатно-кальциевый класс вод на сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый. Одиннадцатилетнее сельскохозяйственное использование мелиорированных торфяных почв увеличило минерализацию почвенно-грунтовых вод на одном из стационаров с 74 до 285–453 мг/л. Содержание сульфатов и нитратов в них возросло в 9 раз, хлоридов – в 5,3, калия – в 10,8, натрия – в 4,0, нитратов – в 14 раз. В почвенно-грунтовых водах мелиорированных дерново-перегнойно-глееватых почв содержание сульфатов возросло в 6,9 раз, нитратов – в 5, хлоридов – в 4, калия и натрия – в 2,5 раза. По мере давности использования осушенных земель (10 лет и больше) воды в дренирующих их каналах накапливают значительные количества различных форм азота: содержание нитратов возросло в 3,5 раза, аммония – в 8,5, нитритов – в 10 раз. Содержание сульфатов увеличилось в 2,7 раза. Влияние осушительной мелиорации весьма отрицательно сказывается на химическом составе грунтовых вод колодцев, расположенных на мелиорированных территориях. Известно, что одним из факторов, формирующих грунтовые воды, являются атмосферные осадки. Выпадение последних, обладающих определенной кислотно-щелочной средой и содержащих взвешенные растворенные вещества, способствует при просачивании сквозь почву выносу и накоплению в грунтовых водах химических элементов антропогенного характера, часто оказывающихся токсичными для живых организмов. Сравнительное изучение состава грунтовых вод колодцев, расположенных на мелиорированных и неосушенных землях, показало, что в первых содержание нитратов возросло в 7,0 раза, магния – в 2,7 раза, аммония – в 2,6, органического вещества – в 2,2, сульфатов – в 2,0, калия – в 1,8, натрия и хлоридов – в 1,7, нитритов – в 1,5 раза.

Осушительная мелиорация оказывает сильное влияние на прилегающие к мелиоративному объекту территории на расстоянии 0,5 км и более. Резко изменяются водно-физические свойства в сторону уменьшения обводненности, усиливаются процессы биохимического разложения торфяной залежи, изменяется состав растительности напочвенного покрова: уменьшилось количество гидрофитов и мезогидрофитов.

При искусственном залужении мелиорированных почв происходят

большие изменения видового состава фитоценозов. Они становятся мезофильнес, характер увлажнения местообитания изменяется от болотного до влажно-лугового. Однако из-за слишком низкого уровня грунтовых вод происходит быстрое вырождение сильных травостоев. Урожай сена значительно ниже потенциально возможного. Выявлена также четкая зависимость урожайности многолетних трав от мощности торфяного пласта: на торфяной мощной почве урожай трав в 2,5 раза выше, чем на торфяно-глеевой, в 2,9 раза выше, чем на торфянисто-глеевой и в 7 раз выше, чем на минеральной почве, образовавшейся после сработки торфа.

Следует отметить, что осушение, в особенности одностороннее нерегулируемое, и сельскохозяйственное использование болотных массивов обуславливает существенную трансформацию почвенного покрова осушенных территорий. Так, на стационарной площадке Полесской опытно-мелиоративной станции, расположенной в Лунинецком районе Брестской области, площадью 30,2 га за 4 года после осушения и сельскохозяйственного использования (в 1964 г.) площадь торфяных среднеческих почв составила лишь 5,9 %, преобладающими на участке были торфяные маломощные почвы, занимающие 65,8 %. Появились торфяно-глееватые и торфянисто-глееватые почвы, которых не было на участке перед мелиорацией. Картографированием 1971 г. установлено, что на участке полностью исчезли торфяные среднеческие почвы и на площадке были зафиксированы торфяные маломощные, торфяно-глееватые и торфянисто-глееватые почвы. В 1979 г. на стационаре образовалось 1,5 % дерново-глееватых песчаных почв, площадь которых к 1988 г. возросла до 2,5 %. В последний тур картографирования площадки были также выявлены новые почвенные разновидности: торфянисто-песчано-глееватые и дерново-перегнойно-глееватые песчаные, площадь которых составила 27,4 %. Вытесняя торфяные, более плодородные почвы, они значительно увеличили площадь менее плодородных минеральных почв, а также вызвали изменение и ухудшение почвенного покрова рассматриваемой площадки. Наиболее интенсивное уменьшение мощности торфа наблюдалось с 1960 по 1964 гг., т. е. в первые годы после мелиорации и сельскохозяйственного использования. Мощность торфа уменьшилась в среднем на 11 см в год, что объясняется большой усадкой (уплотнением) торфа, так как торфяной массив до мелиорации был сильно обводнен и торф находился в полувзвешенном состоянии. Средняя мощность торфа на площадке в 1964 г. была равна 84 см, в 1971 г. она уменьшилась на 13,6 см (1,94 см в год), в 1979 г. — на 6,5 см (0,8 см в год) и в 1988 г. — на 8,9 см (0,98 см в год). В 1988 г. средняя мощность торфа на площадке была равна 32 см, тогда как до мелиорации она была более 1 м.

По мере длительности сельскохозяйственного использования органических почв сработка торфа замедляется, но не прекращается. В силу этих факторов на стационаре прогнозируется очень малый удельный вес почв с торфяным горизонтом и почв, которые к 2010 г. по I варианту (в севооборотах с преобладанием многолетних трав) составят 16,9 %, а по II варианту (в севооборотах с преобладанием пропашных и зерновых культур) — почти полностью исчезнут. Господствующие в 1960 г. торфяные почвы (97,1 %) с мощностью торфа от 1 до 2 м и исчезнувшие полностью еще к 1971 г. трансформируются по прогнозу в торфянисто-глееватые, торфянисто-песчано-глееватые или дерново-перегнойно-глееватые. Вследствие довольно неровного ложа площадки, при сработке торфа образуется большая контурность. В 1988 г. средняя мощность торфа на стационаре составляла 32 см. По прогнозу к 2000 г. она уменьшится до 19–15 см, а к 2010 г. — до 14–10 см. Сработка торфа в последние годы исследований будет небольшой и по прогнозу. Это объясняется завершающей стадией превращения торфяных почв стационара в минеральные.

Важнейшее значение для сохранения плодородия мелиорированных почв и продления их долговечности, а также для уменьшения неблагоприятных влияний на смежные территории имеет неинтенсивное осушение с УГВ 50–80 см и использование под луговыми угодьями. Это резко замедляет процессы сработки органического вещества, исключает

воздействие ветровой эрозии, не приводит к образованию в результате эволюции низкоплодородных почв. Многолетние травы в сравнении с зерновыми и пропашными дают стабильные урожаи в годы с неблагоприятными погодными условиями.

Слой торфа мощностью менее 1 м, подстилаемый песками, необходимо объявить почво- и природоохранным, так как при его сработке снижаются запасы органического вещества, влагоемкость почв, их плодородие, создаются благоприятные условия для проявления ветровой эрозии и усиления миграции химических элементов загрязнения окружающей среды.

Для сохранения и повышения плодородия мелиорированных почв, создания положительного баланса органического вещества и, в целом, баланса питательных веществ необходимо: вносить органические удобрения на минеральные и торфяные осушенные почвы; возделывать на минеральные удобрения пожнивные, подсевные и промежуточные культуры; производить запарку излишков соломы; удлинять сроки использования многолетних трав при надлежащем уходе за ними.

Список литературы

1. Колешко О. И., Ковзбутенская Л. А., Зайко С. М. // Экология почвенных микроорганизмов. Мн., 1974. С. 48.
2. Бамбало Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. Мн., 1984. С. 175.
3. Скоропанов С. Г., Бамбало Н. Н., Тиво П. Ф. Эволюция торфяных почв: Охрана с/х угодий и окружающей среды. Мн., 1984. С. 193.
4. Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. М., 1986. С. 126.
5. Донских И. Н., Иванова А. И. // Агрохимия. 1978. № 1. С. 70.
6. Трускавецкий Р. С. Закономерности эволюции осушенных торфяных почв Украинской ССР, их окультуривание и управление плодородием. Киев, 1983. С. 50.

УДК 504.4.06

Г. В. НОВИКОВ, В. П. РОМАНОВ,
Н. А. КАПЕЛЬЩИКОВ, М. Е. ФЕЙГЕЛЬМАН

ВЛИЯНИЕ ИГНАЛИНСКОЙ АЭС НА СОСТОЯНИЕ оз. ДРИСВЯТЫ

Thermal, gas, hydrochemical properties of water, gamma-activity of bottom sediments lake Drisviyty, formed under the influence of Ignalina atomic electric power station, are presented in this paper.

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС резко встал вопрос о надежности работы предприятий топливного ядерного цикла. Наиболее близка к территории Беларуси Игналинская АЭС на оз. Дрисвяты, оснащенная реакторами чернобыльского типа. Планового мониторингового изучения ландшафтов 30-километровой зоны влияния ИАЭС, как и самого озера, пока не проводится. Этот пробел может быть частично восполнен данной работой, цель которой — показать эколого-геохимическое состояние оз. Дрисвяты в связи с воздействием Игналинской АЭС.

В геологическом отношении зона антропогенного влияния ИАЭС приурочена к северо-западным склонам Листовско-Белорусского антиклинария. Кристаллический фундамент, залегающий на глубине около 500–700 м, перекрыт алевритами, песками, мерелями, известняками, доломитизированными глинами. Плейстоценовые отложения представлены моренным и водно-ледниковым материалом, сформировавшим гляциальные ландшафты северо-восточной Литвы и прилегающей части Беларуси. Почвы в основном дерново-подзолистые на суглинках, реже песчаные и болотные. Среди современных геологических процессов преобладают плоскостной смыв (в основном более 1 мм/год), крип (от 2 до 4 мм/год).

Уровень первого от поверхности (ненапорного) водоносного горизонта изменяется от 150–160 м на водоразделах до 132–138 м в понижениях рельефа, занятых озерами. Мощность зоны аэрации колеблется от

первых метров до 20 м и более. В холодный период года здесь преобладают ветры южных румбов (Ю, ЮЗ, ЮВ) со скоростью 4–5 м/сек, в теплый период скорость ветра составляет 2,5–3,5 м/сек, а направление меняется на западное (З, СЗ, ЮЗ). В оз. Дрисвяты впадают три реки: Дрисвята, Смальявля, Ричанка, а вытекает одна – Прорва. Абсолютные отметки уровня воды озера 141,6 м, значения уреза воды в озерах Ставок и Оболе соответственно 141,1 и 137,0 м.

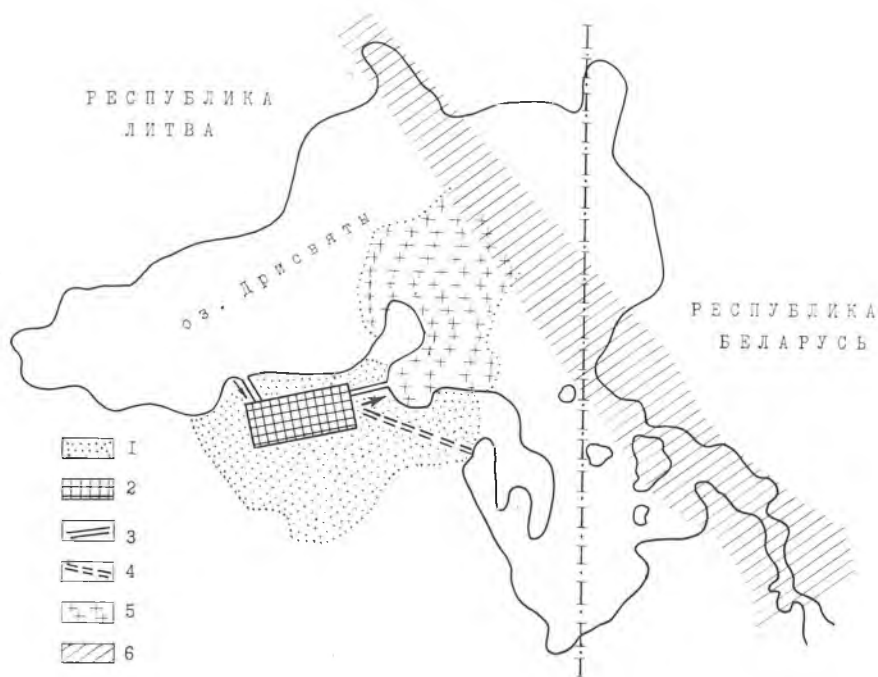


Рис. 1. Схема расположения Игналинской АЭС:
1 – территория АЭС; 2 – ядерные реакторы; 3 – действующие каналы для забора и сброса вод;
4 – строящийся канал; 5 – тепловое загрязнение озера; 6 – тектонически активная зона

На южном берегу оз. Дрисвяты расположена Игналинская АЭС, два блока которой функционируют, строительство же третьего приостановлено. Территория АЭС в целом отличается повышенной техногенной нагрузкой на ландшафт, разрушением почвенно-растительного покрова, причем нередко и самого берега озера. Это способствует повышенному плоскостному сносу в озеро песчано-глинистых частиц, отлагаемых на прибрежных отмелях. Наряду с этим прорыты два канала. Один из них предназначен для забора воды и охлаждения реакторов, другой – для сброса ее в водоем-охладитель. В пределах озера регистрируется тепловая аномалия шириной от 2,0 до 2,5 км (тепловизионный аэроснимок выполнен с вертолета тепловизором «Вулкан»), ориентированная в северном направлении (четкий восточный контур и несколько размыто западное ограничение). Такая конфигурация обусловлена резким увеличением глубины озера до 20 м и более. Контур теплового загрязнения остается, по-видимому, достаточно постоянным, о чем говорит сравнение материалов ИК тепловизионной съемки этой территории 1988 и 1989 гг.

В ходе комплексной радиационно-экологической съемки (08.05.1992 г.) были произведены замеры температуры воды и содержания кислорода контактными методами.

Температура воды в сбросном канале составила 23,2 °С при содержании кислорода 6,2 мг/л, что определило 72 % насыщения. В заливе, непосредственно примыкающем к сбросному каналу, ощущается сильное воздействие подогретых вод. Так, слой воды толщиной 2 м имел температуру 20,0 °С и выше, достигая на поверхности 23,0 °С. С глубины 3 м идет резкое падение температуры с градиентом в 5 °, а затем

происходит плавное ее понижение до 12°C в придонном слое. Следует обратить внимание на то, что температура 23°C не характерна для естественных водоемов Беларуси для этого времени года, когда водная толща только начинает прогреваться после периода весенней циркуляции. Так, согласно [1], наивысшая температура $25,4^{\circ}\text{C}$ наблюдалась в оз. Дрисвяты в естественном состоянии (до строительства атомной станции) лишь в июле. В этой части водоема отмечалась кислородная инверсия – в поверхностных слоях воды содержание кислорода составляло $6,0\text{ мг/л}$, а на глубине 6 м – $7,0\text{ мг/л}$.

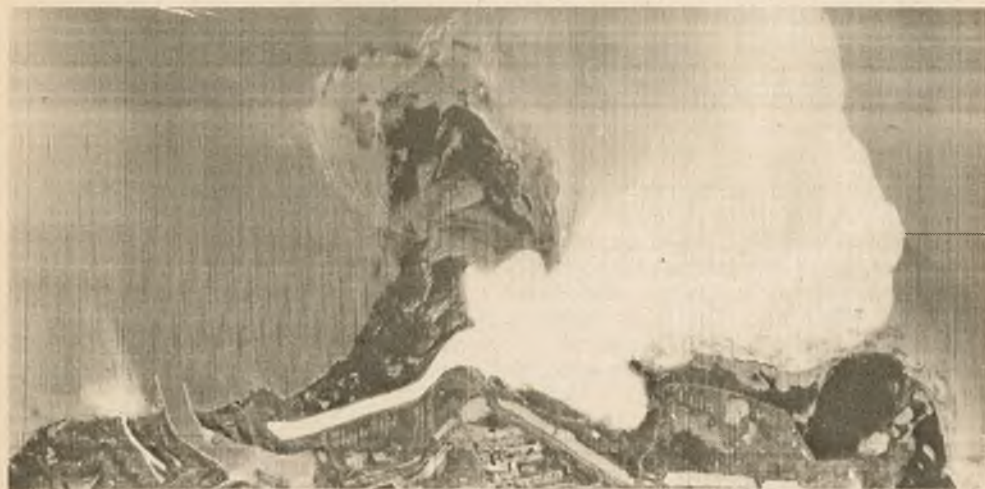


Рис. 2. Тепловая съемка сброса отработанных вод Игналинской АЭС

Распределение температуры воды по вертикалям в юго-восточной части озера (территория Беларуси), удаленной от сбросного канала, было близко к нормальному и влияние теплых вод не ощущалось. Наблюдалось плавное понижение значений от $15-16^{\circ}\text{C}$ на поверхности до $12-14^{\circ}\text{C}$ в придонной части. Содержание кислорода составило от $6,8-6,6\text{ мг/л}$ в поверхностных слоях до $2,8-1,8\text{ мг/л}$ в придонных. В величинах процентного насыщения на поверхности значения не превышали 70% , а в придонной части – $16-27\%$.

От площадки третьего энергоблока начинается новый канал, ориентированный на юго-восточный залив озера. При его эксплуатации сброс отработанных вод безусловно резко изменит тепловой режим озера, загрязнение распространится на всю южную часть водоема. Острова Замек, Липовец, Сосновец с отмелями станут естественным барьером для проникновения сброшенных вод в основную часть озера. Последующий их вынос р. Прорва повлечет за собой загрязнение озер Ставок, Оболе, Богинское и связанных с ними вод.

Материалы дешифрирования аэрокосмоснимков, комплекс структурно-геоморфологических и морфометрических исследований, проведенных по данной территории, позволили выделить тектонически активную зону (ТАЗ), которая индуцируется в современном ландшафте цепочкой выстроенных и вытянутых вдоль зоны озер Богинское, Оболе, Дрисвяты, Бригенос, Устаускас, отрезком р. Зап. Двины (Игналинская ТАЗ). Сюда же приурочено и глубокооводное ($20-31\text{ м}$) желобовидное понижение дна оз. Дрисвяты, на западном борту которого расположена атомная станция. В связи с этим при повышенной инфильтрации поверхностных и грунтовых вод в этих зонах любое загрязнение озера имеет дополнительную возможность к миграции практически в любом направлении.

С целью изучения воздействия Игналинской АЭС на химический состав воды оз. Дрисвяты было проведено геохимическое опробование в зоне выхода теплых вод и в наиболее удаленной западной части водоема. Компонентный состав воды определялся химическим методом, согласно [2]. В анионном составе преобладают ионы HCO_3^- , относительное

содержание которых изменяется в пределах 2,48 – 2,52 мг-экв/л. Концентрация ионов хлора составляет 0,35, а сульфатов 0,31 – 0,32 мг-экв/л. В составе катионов доминирует кальций (1,82 мг-экв/л), далее следуют ионы магния (1,02), натрия (0,29 – 0,32), калия (0,08 мг-экв/л). Минерализация в тепловом факеле составляет 240,8 мг/л против 237,3 мг/л в западной части озера. Реакция воды слабощелочная, тип воды, по О. Алекину [3], гидрокарбонатно-кальциевый. Среди микроэлементов отмечается незначительное увеличение цинка (0,01 мг/л) в факельной зоне. Таким образом, различия в химическом составе вод озера незначительны.

В соответствии с [1], по состоянию на 1971 г., минерализация и жесткость воды озера находились в пределах 180 – 230 мг/л и 2,3 – 2,8 мг-экв/л соответственно, достигая значений свыше 200 мг/л и 2,5 мг-экв/л в зимний период года. В 1985 г. химический состав воды оз. Дрисвяты определялся следующими величинами: pH 7,8 – 8,0; Mg^{2+} 5,6 – 9,7 мг/л; Cl^- 9,6 – 13,1; SO_4^{2-} 20,2 – 23,5; HCO_3^- 134,2 – 146,4; Ca^{+} 35,9 – 40,0, минерализация 226,7 – 242,5 мг/л, жесткость 2,38 – 2,59 мг-экв/л (данные приведены по пункту контроля у д. Пашевичи) [4].

Согласно [5], кроме долгоживущих радионуклидов Ra, V, Pu, Th, Pb, предприятия топливного ядерного цикла способны выбрасывать в окружающую среду и другие элементы, в том числе и тяжелые металлы (Cr, Co, Zn, Mn и др.). Поэтому было проведено геохимическое апробирование донных осадков оз. Дрисвяты. Пункты отбора проб размещены равномерно по площади озера на абсолютных глубинах от 5 до 25 м. Мощность врезания пробоотборника в осадочный слой составляла 0,3 – 0,4 м. Отобранные смешанные (по каждому пункту отбора) образцы проанализированы на 39 элементах эмиссионным спектральным методом. Построены карты распределения микроэлементов. Анализы показали, что содержание Mo, W, Ag, Be, Bi, Nb, Ba, Sr, Ni значительно меньше кларковых величин, а концентрация остальных элементов находится в пределах кларка и выше. Для каждой пробы рассчитаны геохимические индексы.

При эксплуатации АЭС в нормальном режиме обеспечена локализация основного количества радиоактивных продуктов в реакторной установке и в системах спецводоочистки и спецгазоочистки. Предусмотрена высокая герметичность парогенератора, трубопроводов первого контура реактора, вследствие чего радиоактивные продукты локализуются внутри него и концентрируются на ионообменных фильтрах при переработке теплоносителя. В то же время, по нашим исследованиям, гамма-активность донных отложений в зоне сброса отработанных вод ($5,0 \cdot 10^{-9}$ кБк/кг) имеет почти двукратное превышение относительно остатальной части озера (1,5 – 3,5) и фона ($2,6 \cdot 10^{-9}$ кБк/кг). Техногенные радионуклиды Co^{60} и Mn^{54} , привнесенные в оз. Дрисвяты отработанными водами со второго контура системы теплосъема энергетического блока станции, были обнаружены комплексной экспедицией, работавшей здесь в мае 1992 г. по распоряжению Совета Министров Республики Беларусь.

Комплексный анализ эколого-геохимической обстановки оз. Дрисвяты, синтез техногенных нагрузок и устойчивости природных систем к загрязнению показывают, что состояние участка факультной зоны приемника-охладителя уже можно рассматривать (с экологической точки зрения) как весьма напряженное. Таким образом, весь комплекс проведенных работ подтверждает необходимость развертывания сети мониторинговых наблюдений как в зоне Игналинской АЭС, в том числе и на оз. Дрисвяты, так и на других АЭС (Смоленской, Ровенской), близко расположенных к территории Беларуси.

Список литературы

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Л., 1971. Т. 5. Ч. 1.
2. Геохимическое изучение ландшафтов Березинского биосферного заповедника / Под ред. К. И. Лукашева. Мн., 1985.
3. А л е к с и н О. А. Основы гидрохимии. Л., 1963.
4. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши: Бассейны рек Белорусской ССР. Л., 1985. Т. 3 (3).
5. А л е к с е е в Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л., 1987.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КАК ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛАТЕРАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛАНДШАФТЕ

The article presents the method of simulating the intensity of lateral migration of chemical elements and its implementation. This model allows to work out the criteria for defining lateral migration, to predict its intensity.

В настоящее время латеральную геохимическую структуру характеризуют через коэффициенты латеральной миграции (дифференциации), представляющие собой отношение содержания химического элемента в подчиненных ЭЛГС к содержанию его в автономных. Данные коэффициенты довольно точно отражают характер распределения, концентрации и рассеяния элемента в ряду сопряженных ЭЛГС. Однако на основании этих показателей невозможно получить представление об интенсивности латеральной миграции и тенденции ее развития.

С этой целью нами была разработана математическая модель интенсивности латеральной миграции химических элементов. Фактическим материалом явились результаты полевых исследований геохимической структуры типичных родов ландшафтов Беларуси. Изучаемые роды ландшафтов представлены различными по составу и генезису породами: для холмисто-моренно-озерного ландшафта типичны легкие пылеватые суглинки, для водно-ледникового – супеси, озерно-ледникового – глины, холмисто-моренно-эрозионного – легкие суглинки, для ландшафта с преобладанием нерасчлененных комплексов болот – песок и торф. В полевых условиях исследовались геохимические катены на монолитной породе.

При составлении математической модели мы исходили из того, что вычисленные коэффициенты латеральной миграции (дифференциации) отражают не только содержание химического элемента в почве, но и условия миграции: pH, Eh, температуру, литологический состав пород, угол наклона катены. Условия миграции в сопряженном ряду фаций были постоянны. Используя параметры, характеризующие латеральную миграцию химических элементов в природной катене с углом наклона α_0 , мы смогли теоретически задавать другие углы наклона катены (α_{1-n}). Изменение коэффициентов латеральной миграции при различных углах наклона позволило судить об ее интенсивности.

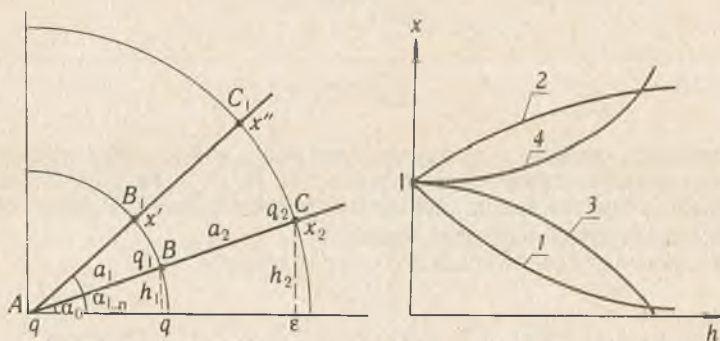


Рис. 1. Базовые данные модели

Рис. 2. Экспоненты распределения химических элементов:
1 – K, P, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo; 2 – Al; 3 – Mg, Ca; 4 – Si

В качестве примера приведем модель интенсивности латеральной миграции в холмисто-моренно-эрозионном ландшафте. Профиль заложен близ г. Браслова. Длина катены около 400 м, относительная высота (h_2) – 16 м, угол наклона катены – 5° .

Исследуемую катену можно представить в виде рис. 1.

Латеральное распределение химических элементов подчиняется закону экспоненциального распределения соответственно кривым 1, 2, 3, 4 (рис. 1). Исходя из приведенного выше определения коэффициентов латеральной миграции, значения x_1 и x_2 в точках В и С представим как:

$$x_1 = \frac{q_1}{q}, \quad 1.1$$

$$x_2 = \frac{q_2}{q}, \quad 1.2$$

где q_2 – содержание химического элемента в элювиально-аккумулятивном ландшафте; q_1 – содержание химического элемента в трансэлювиальном ландшафте; q – содержание химического элемента в элювиальном ландшафте.

Из треугольников ABD и ACE находим относительные высоты h_1 и h_2 точек В и С:

$$h_1 = \frac{x_1}{a_1 \cdot \sin \alpha_0}, \quad 1.3$$

$$h_2 = \frac{x_2}{a_2 \cdot \sin \alpha_0}, \quad 1.4$$

где $a_1 = |AB| = |AB|$; $a_2 = |AC| = |AC|$; α_0 – угол наклона катены в природных условиях.

Первая экспонента описывается уравнением вида:

$$x = e^{-h}. \quad 1.5$$

Подставляя в формулу 1.5 значения h_1 и h_2 , получаем:

$$x_1 = e^{-a_1 \cdot \sin \alpha_0}, \quad 1.6$$

$$x_2 = e^{-a_2 \cdot \sin \alpha_0}. \quad 1.7$$

Отсюда выражаем a_1 и a_2 :

$$a_1 = -\frac{\ln x_1}{\sin \alpha_0}, \quad 1.8$$

$$a_2 = -\frac{\ln x_2}{\sin \alpha_0}. \quad 1.9$$

В результате преобразований находим формулу для вычисления коэффициента латеральной миграции (x' и x'') при любых задаваемых значениях угла $\alpha_{1 \dots n}$, зная экспериментально полученные x_1 , x_2 , и α_0 :

$$x' = e^{\frac{\ln x_1}{\sin \alpha_0} \cdot \sin \alpha_{1 \dots n}}, \quad 1.10$$

$$x'' = e^{\frac{\ln x_2}{\sin \alpha_0} \cdot \sin \alpha_{1 \dots n}}. \quad 1.11$$

Соответственно кривой 1 в изучаемом роде ландшафта имеют распределение следующие химические элементы: К, Р, S, Fe, Mn, Zn, Cu, В, Мо. Аналогично математически описывается экспонента 4 (рис. 2). Данной кривой соответствует распределение Si.

Вторая экспонента описывается уравнением:

$$x = 2 - e^{-h}. \quad 2.1$$

Подставляя в уравнение 2.1 формулы 1.3 и 1.4, получаем:

$$x_1 = 2 - e^{-a_1 \cdot \sin \alpha_0}, \quad 2.2$$

$$x_2 = 2 - e^{-a_2 \cdot \sin \alpha_0}. \quad 2.3$$

Отсюда:

$$-a_1 = \frac{\ln (2 - x_1)}{\sin \alpha_0}, \quad 2.4$$

$$-a_2 = \frac{\ln (2 - x_2)}{\sin \alpha_0}. \quad 2.5$$

Подставляя выражение 2.4 и 2.5 в 1.3 и 1.4, получаем формулу для

нахождения коэффициента латеральной миграции при теоретически задаваемых углах $\alpha_{1...n}$:

$$x' = 2 - e^{\frac{\ln(2-x_1)}{\sin \alpha_0} \cdot \sin \alpha_{1...n}}, \quad 2.6$$

$$x'' = 2 - e^{\frac{\ln(2-x_2)}{\sin \alpha_0} \cdot \sin \alpha_{1...n}}. \quad 2.7$$

Экспоненте 2 соответствует распределение Al. Аналогично описывается экспонента 3, согласно которой в изучаемом роде ландшафта распределяются Mg и Ca.

Значения коэффициентов *L*-дифференциации в зависимости от изменения угла наклона плоскости катены

Химический элемент	Коэффициент <i>L</i> -дифференциации	Угол α_1 1°	Угол α_0 5°	Угол α_2 10°	Разность $\alpha_2 - \alpha_0$
Si	x_1	1,04	1,04	1,08	0,04
	x_2	1,02	1,09	1,19	0,10
Al	x_1	1,04	1,18	1,32	0,14
	x_2	1,01	1,07	1,13	0,06
Ca	x_1	0,96	0,83	0,63	-0,20
	x_2	0,90	0,40	0,55	-0,15
Fe	x_1	0,97	0,87	0,76	-0,11
	x_2	0,94	0,75	0,56	-0,19
Mg	x_1	0,98	0,93	0,85	-0,08
	x_2	0,92	0,52	0,18	-0,34
K	x_1	0,84	0,41	0,16	-0,25
	x_2	0,83	0,39	0,15	-0,24
P	x_1	0,90	0,60	0,36	-0,24
	x_2	0,87	0,50	0,25	-0,25
S	x_1	0,83	0,40	0,16	-0,24
	x_2	0,79	0,30	0,09	-0,21
Mn	x_1	0,94	0,66	0,43	-0,23
	x_2	0,93	0,62	0,39	-0,23
Zn	x_1	0,95	0,75	0,56	-0,19
	x_2	0,94	0,69	0,48	-0,21
Cu	x_1	0,94	0,72	0,52	-0,20
	x_2	0,93	0,68	0,46	-0,22
B	x_1	0,95	0,71	0,34	-0,37
	x_2	0,93	0,63	0,13	-0,53
Mo	x_1	0,94	0,64	0,41	-0,23
	x_2	0,92	0,55	0,30	-0,25

В результате реализации модели получили показатели, представленные в таблице. Как видим, с уменьшением угла наклона катены коэффициенты *L*-дифференциации стремятся к единице, т. е. интенсивность миграции уменьшается, что довольно точно соответствует природным процессам. С увеличением угла наклона характер миграции Si и Al практически не изменяется. Для других элементов увеличение угла наклона катены приводит к усилению интенсивности латеральной миграции. Полученные результаты моделирования согласуются с активным развитием эрозионных процессов на вершинах морен.

Таким образом, предлагаемая теоретическая модель позволяет прогнозировать интенсивность миграции химических элементов, разработать критерии дифференцированного подхода к регулированию латеральной миграции элементов, которая определяется комплексом природно-геохимических условий.

А. Ю. КАТАЕВ, В. М. САМОЙЛЕНКО, С. А. БОЙКОВА,
Г. Г. ВЕЖНОВЕЦ, Л. Е. ЛЕШКОВИЧ, В. И. ИЛЬЯШЕНКО

ЭВТРОФИРОВАНИЕ ОЗЕР БЕРЕЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Hydrobiologic and hydrochemical regimes of two lakes Palick and Domzherithkoye situated on the territory of the Beresino biosphere reserve have been studied. Aggravation of the oxygenous regime, increase of the biogenic elements concentration, the organic substance and the cyanophyta algae of the biomass at the end of summer are studied.

Антропогенному эвтрофированию подвержены практически все озера Беларуси. Интенсивность протекания этого процесса в первую очередь зависит от степени хозяйственного освоения окружающей территории и различно по масштабам своего проявления в различных регионах республики. В связи с этим большой интерес представляет изучение водоемов Березинского биосферного заповедника, в частности озер Домжерицкое и Палик, которые можно рассматривать в качестве эталонов. Первые и единственные комплексные исследования этих водоемов были проведены в 1970 – 1971 гг. сотрудниками биологического факультета и лабораторией озераведения Белгосуниверситета [1,2]. В 1991 г. нами изучены гидрохимический и гидробиологический режимы этих озер.

Таблица 1

Основные физико-химические параметры
озер Домжерицкое и Палик

Показатели	оз. Домжерицкое	оз. Палик
Прозрачность, м	0,7	1,0
Температура, t °C	21,5	21,0
Растворенный кислород, мг/л	7,0	4,2
pH	7,71	7,62
Общая минерализация, мг/л	79,1	231,6
Сульфаты, мг/л	2,6	4,8
Хлориды, мг/л	4,7	3,3
Окисляемость перманганатная, мг О/л	27,3	25,3
Окисляемость бихроматная, мг О/л	107,5	60,8
Аммонийный азот, мг N/л	0,45	0,36
Нитратный азот, мг N/л	0,84	0,65
Нитритный азот, мг N/л	0,00	0,00
Фосфатный фосфор, мг P/л	0,033	0,073
БПК ₅ , мг О ₂ /л	4,5	3,3

Оз. Домжерицкое расположено в центре заповедника (площадь 2,15 м). Лесами, заболоченными лесами и низинными болотами занято 84 % общей площади водосбора. Ложе выстлано грубодетритовыми высокоорганическими сапропелями, богатыми гуминовыми соединениями. Болотным питанием обусловлены слабощелочная реакция воды, высокая цветность, низкая минерализация, повышенное содержание железа. В солевом составе преобладают гидрокарбонатный ион и ионы кальция (табл. 1). Повышенное содержание ионов NH_4^+ , NO_3^- можно объяснить высоким содержанием органики и гумификацией воды. По

сравнению с 1971 г. в десятки раз увеличился показатель NH_4^+ , возросло содержание PO_4^{3-} , Fe, Si, более чем в два раза увеличилось содержание органического вещества, увеличилась цветность. Перманганатная окисляемость достигла 27,7 мг О/л, бихроматная – 120 мг О/л при значительной величине БПК₅ (4,4 мг О₂/л). Вместе с тем произошло снижение минерализации за счет гидрокарбонатного иона, уменьшилось содержание кислорода.

По данным В. К. Горовец, в начале 70-х годов высшей водной растительностью было занято 44,3 га или 23 % площади озера [2]. Воздушно-водная формация незначительно преобладала над остальными и составила 40 % всех зарослей. На долю погруженных и с плавающими листьями приходилось соответственно 33 и 27 %. В комплекс доминантов входили рдесты пронзеннолистный и гребенчатый, кубышка желтая, кувшинка, рогоз, камыш. В настоящее время заросли занимают 65,4 га или 34 % площади озера. Воздушно-водная растительность постоянно доминирует и имеет тенденцию к расширению площади произрастания, которая по сравнению с началом 70-х годов увеличилась до 70 % всей заросшей площади. В то же время площади, занятые погруженными растениями, сократились в 2 раза и доминировавшие ранее в этой формации рдесты сменились урутью колосистой. Заросли растений с плавающими листьями также несколько сократились.

Таблица 2

Основные гидробиологические характеристики
озер Домжерицкое и Палик

Характеристики	оз. Домжерицкое		оз. Палик	
	июнь—июль 1970 г.	1 июля 1991 г.	июнь—июль 1970 г.	27 июня 1991 г.
Площадь зарастания, га	44,3	65,4	153,0	280,8
Сырая биомасса макрофитов, г/м ²	155,0	236,1	66,7	144,2
В том числе надводных, г/м ²	55,5	153,6	2,8	41,3
Численность фитопланктона, млн кл/л	1,25	88,68	0,58	3,62
Биомасса фитопланктона, г/м ³	0,64	10,18	0,37	2,76
Хлорофилл, мкг/л	—	117,17	—	10,71
Сестон, мг/л	—	8,0	—	4,3
Взвешенное вещество, мг/л	—	6,0	—	2,8
Численность зоопланктона, тыс. экз/м ³	67,9	95,2	3,7	120,2
Биомасса зоопланктона, г/м ³	0,65	0,46	0,08	0,51
Численность зообентоса, экз/м ²	244,0	296,0	706,0	488,0
Биомасса зообентоса, г/м ²	1,07	0,73	5,18	8,30

Летом 1970 г. в фитопланктоне оз. Домжерицкое доминировали диатомовые и зеленые водоросли за счет развития *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O. Müll., *Asterionella formosa* Hass., *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. var. *comta*, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. v. *quadricauda*. Общая биомасса фитопланктона не превышала 1 г/м³ и на 80 % была образована диатомовыми и зелеными. К настоящему времени численность фитопланктона увеличилась более чем в 70 раз, биомасса – в 16 раз (табл. 2). По численности преобладают мелкоклеточные протококковые и синезеленые, составляющие 70 и 28 % соответственно от суммарного количества планктонных водорослей. По биомассе доминируют пиррофи-

товые и зеленые. Особенно резко возросли численность (с 0,007 до 24,4 млн кл/л) и биомасса (с 0,04 до 1,84 г/м³) синезеленых водорослей, среди которых преобладает *Anabaena spiroides* Kleb. f. *spiroides*. Интересной особенностью фитопланктона данного водоема является интенсивное развитие зеленой водоросли *Chlorella Beyer* sp. – эндосимбионта, обитающего в клетках простейших. Численность этого вида составляет 92 % численности водорослей этого отдела.

По концентрации хлорофилла в июльском планктоне (117,17 мкг/л) оз. Домжерицкое сходно с такими высокоэвтрофными белорусскими озерами, как Червоное и Баторино [3,4]. Содержание сестона было довольно высоким – 8,0 мг/л, на органику приходилось 75 %.

В начале 70-х годов биомасса зоопланктона колебалась в пределах 0,65 – 1,56 г/м³. Максимальные величины численности и биомассы зарегистрированы в 1978 г – 178,0 тыс. экз/м³ и 7,5 г/м³ соответственно [6]. В настоящее время количественные показатели находятся на уровне 1970 г. (см. табл. 2). Наиболее массовыми в разные годы исследований были обычные для белорусских водоемов виды *Mesocyclops* (s. str.) *leuckarti* Claus, *Eudiaptomus graciloides* Lill, *Daphnia cucullata* Sars, *Keratella cochlearis* (Gosse).

Структура и степень развития донной фауны остались прежними. Основу сообщества, как и в 1979 г., составляют олигохеты и личинки хирономид, среди которых доминируют *Procladius* sp. и *Chironomus* f. *l. plumosus* L. Видовой состав зообентоса беден. Средняя биомасса была и остается очень низкой – около 1 г/м² (см. табл. 2).

Несмотря на определенную стабильность состояния сообществ водных беспозвоночных и макрофитов, высокие показатели содержания хлорофилла и взвешенного вещества, значительный рост биомассы, особенно синезеленых водорослей, органического вещества и биогенных элементов, ухудшение кислородного режима свидетельствуют об усилении процессов эвтрофикации оз. Домжерицкого.

Площадь водного зеркала оз. Палик 7,68 км², максимальная глубина 2,1 м, средняя – 1,1 м. Из общей площади водосбора 63 % занято лесом. Донные отложения представлены преимущественно сапропелями, вдоль берегов участками располагается узкая полоса песчаных отложений. Озеро дренируется р. Березиной, что в значительной степени влияет на формирование гидрохимического и гидробиологического режимов.

Гидрохимические исследования водной массы оз. Палик выполнены впервые. По величине общей минерализации водоем относится к группе среднеминерализованных озер, по ионному составу – к гидрокарбонатному классу с преобладанием ионов кальция. Вода недонасыщена кислородом. Для водоема характерно повышенное содержание ионов NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , Fe (см. табл. 1). Высокой (до 150°) цветности соответствуют высокие показатели перманганатной (25,6 мгО₂/л) и бихроматной (до 72,0 мгО₂/л) окисляемостей. Величина БПК₅ составляла 3,7 мг О₂/л.

С начала 70-х годов до 1980 г. заросли высшей водной растительности занимали 22 – 24 % площади водоема [2,5]. Доминировала погруженная растительность, на долю которой приходилось от 55 до 65 % всех зарослей. В настоящее время площадь зарастания увеличилась и составила в начале июля 1991 г. 280,8 га или 37 % площади озера (см. табл. 2). Доля погруженных несколько снизилась, однако они по-прежнему преобладают над остальными формациями. Доминировавший ранее в этой формации роголистник сменился рдестом блестящим и урутью. Биомасса макрофитов в пересчете на сырое вещество, по данным предыдущих исследований, была в пределах 200 г/м², из которых 60 % приходилось на долю гелофитов [5].

Сообщество планктонных водорослей оз. Палик в 1970 г. характеризовалось низкими величинами численности и биомассы и господством диатомей [1]. К настоящему времени численность фитопланктона увеличилась в 6, а биомасса в 8 раз (см. табл. 2) при сохранении прежней структуры сообщества. Исключение составляет прибрежная зона у северного берега в месте впадения р. Березины, где доминируют синезеленые водоросли из рода *Oscillatoria* Vauch sp. Здесь их численность составляет 85, биомасса 58 % от средних показателей этой части водоема, в то время

как на остальных станциях численность синезеленых колебалась от 1 до 11 %, биомасса не превышала 1 %. Исследования, проведенные в первых числах октября, показали, что в период летне-осеннего максимума, по сравнению с июнем, наряду со значительным увеличением обилия изменилось соотношение основных отделов водорослей. Прирост численности произошел в основном за счет массового развития синезеленых *Oscillatoria Vauch. sp.*, которые стали доминировать повсеместно. Их численность в разных частях водоема колебалась от 46 до 98 %. Биомасса *Synophyta* по сравнению с июнем возросла в 40 раз, однако в целом по биомассе по-прежнему доминировали диатомеи.

Содержание хлорофилла в июньском планктоне характерно для эвтрофных водоемов – 10,71 мг/л, концентрация взвеси равнялась 4,3 мг/л, на долю органики приходилось 62 %.

В сообществе зоопланктона отмечено увеличение численности и биомассы всех групп по сравнению с 1970 г. [1,6]. По биомассе доминируют ветвистоусые рачки (67 % от общей) с преимущественным развитием *Daphnia cucullata* Sars. В группе веслоногих отсутствовали диаптомиды, среди коловраток наиболее массовыми были *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Synchaeta* sp.

По составу донной фауны оз. Палик, как и 20 лет назад, водоем моллюскового типа. По биомассе доминирует *Dreissena polymorpha* Pallas, 56,0 г/м², что соответствует уровню 1970 г. [1]. На долю моллюсков приходится 36 % общей численности и 98 % общей биомассы бентоса. Существенных изменений в структуре и степени развития донного сообщества за последние 20 лет не произошло.

Повышенное содержание биогенных элементов и органики, наряду с увеличением численности и биомассы фитопланктона и зоопланктона, а также массовое развитие в период летне-осеннего максимума синезеленых водорослей свидетельствуют об интенсификации эвтрофирования оз. Палик. Большую роль в этом процессе играет р. Березина, с водами которой поступает большое количество органических веществ и биогенных элементов. В районе впадения реки преобладают деструкционные процессы, о чем свидетельствует повышенное по сравнению с остальной акваторией содержание ионов аммония, минерального фосфора, бикарбонатного иона, более высокие значения pH, низкое содержание кислорода. В этой части водоема массовое развитие синезеленых водорослей наступает раньше и интенсивность его значительно выше.

Таким образом, резкое увеличение численности и биомассы фитопланктона, рост абсолютного и относительного обилия синезеленых водорослей наряду с некоторыми другими изменениями свидетельствуют об интенсивном антропогенном эвтрофировании озер Домжерицкое и Палик.

Список литературы

1. Гаврилов С. И., Горовец В. К., Драко М. М., Петрович П. Г., Потаенко Ю. С. // Березинский заповедник. Мн., 1974. Вып. 3. С. 70.
2. Горовец В. К. и др. // Заповедники Белоруссии. Мн., 1978. Вып. 2. С. 13.
3. Бульон В. В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л., 1983. С. 93.
4. Годнев Т. Н. // Докл. АН СССР, 1950. Т. 53. С. 1041.
5. Игнатенко В. И. Березинский биосферный заповедник. Мн., 1983. С. 128.
6. Валетова З. А. // Заповедники Белоруссии. Мн., 1983., Вып. 7. С. 81.

АНАТОЛИЙ ТИМОФЕЕВИЧ ПИКУЛЕВ



Белорусская наука понесла тяжелую утрату. Ушел из жизни видный ученый-биохимик, заведующий кафедрой биохимии и лабораторией биохимии обмена веществ Белгос-университета, доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Беларуси Анатолий Тимофеевич Пикулев.

А. Т. Пикулев родился 10 октября 1931 г. в станице Глазуновской Волгоградской области. В 1955 г. окончил Волгоградский медицинский институт, а в 1958 г. аспирантуру при кафедре биохимии этого же института. После защиты кандидатской диссертации А. Т. Пикулев работал ассистентом, а затем доцентом кафедры биохимии Кемеровского государственного медицинского института. С 1961 г. научная и педагогическая деятельность А. Т. Пикулева была связана с Белгосуниверситетом, где он работал доцентом кафедры физиологии и биохимии растений, а с 1965 г. до последних дней жизни — бессменным заведующим кафедрой биохимии. В течение семи лет А. Т. Пикулев был деканом биологического факультета.

Круг научных интересов А. Т. Пикулева был широк и многообразен. В университете он начал заниматься изучением влияния относительно малых доз ионизирующей радиации на процессы азотистого метаболизма в организме животных и роли нейроэндокринной системы в опосредовании ее действия.

В результате этих работ были вскрыты некоторые особенности радиационно-биохимических сдвигов в центральной нервной системе и других органах облученного организма, которые приобрели особую актуальность в связи с трагедией на Чернобыльской АЭС. Общеизвестен у нас и за рубежом вклад А. Т. Пикулева в исследования, посвященные изучению комбинированного влияния физических и химических экстремальных факторов на обмен веществ человека и животных. За годы научной деятельности А. Т. Пикулевым опубликовано свыше 300 научных работ, результаты многолетних исследований обобщены в трех монографиях, докторской диссертации, статьях в отечественных и зарубежных журналах. Он постоянно выступал с научными сообщениями на съездах, симпозиумах, конференциях, являлся членом Европейского общества нейрохимиков, почетным членом Югославского общества имени Пуркинье, председателем Минского городского биохимического общества.

Много сил Анатолий Тимофеевич отдал обучению и воспитанию молодежи. Глубокая эрудиция, великолепные лекторские способности, интеллигентность привлекали к нему студентов и аспирантов. Под его руководством готовились высококвалифицированные кадры биохимиков, защищены 32 кандидатские и одна докторская диссертации.

Анатолий Тимофеевич вел активную общественную работу. Он являлся членом научно-методического объединения биологии и географии Министерства образования Республики Беларусь, научно-методических советов университета и биологического факультета, научных советов АН России и АН Беларуси по радиобиологии и биохимии, членом советов по присуждению ученых степеней при институтах биоорганической химии и радиобиологии АН Беларуси, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, членом редколлегий журналов «Вестник Белорусского ун-та. Сер. 2», «Нейрохимия».

Отзывчивость, умение работать в коллективе, доброжелательное отношение к людям снискали профессору А. Т. Пикулеву заслуженный авторитет и уважение коллег, широкой научной и педагогической общественности. Он награжден юбилейной медалью «За доблестный труд», медалью «Ветеран труда», «Почетной Грамотой Верховного Совета БССР», знаком Минвуза СССР «За отличные успехи в работе высшего образования СССР».

Светлая память об Анатолии Тимофеевиче Пикулеве, крупном ученом, талантливом педагоге и организаторе науки, скромном человеке, навсегда останется в памяти его коллег, товарищей, учеников.

УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в 1993 г. в «Вестнике
Белорусского государственного университета».
Серия 2: Химия Биология. География

ХИМИЯ

- Барановская Т. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. Новый подход к синтезу производных циклогекса- и циклопента [в] пирролов 3 13
- Батян Е. Ю., Свиридов В. В., Ивановская М. И., Браницкий Г. А., Иващенко Л. С. Связь между структурнофазовыми превращениями в серебросодержащей алюмосиликатной керамике и ее каталитическими свойствами 1 18
- Бирюкова Н. М., Соколов В. Г., Бобровская В. П. Химическое осаждение никеля из водных растворов, содержащих полидисульфиды 3 11
- Бобровская В. П., Соколов В. Г., Юркевич В. В. Исследование влияния Bi(III) на процесс химического никелирования 1 16
- Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Сидерко В. М., Торгашов В. И., Линкевич Н. М. Обменная сорбция ионов кальция и стронция натриевой солью сульфата маннана 1 3
- Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Борщевская Т. И., Юркович Т. Л. О кооперативном характере сорбции аминокислот полиэлектролитами из бинарных водно-спиртовых сред 3 3
- Костерова Р. И., Юркович Т. Л., Капуцкий Ф. Н., Голуб Н. В. Влияние противоиона и состава растворителя на сорбцию диметпрамида карбоксилированной целлюлозой 2 12
- Лесникович А. И., Шункевич Т. М., Воробьева С. А., Науменко В. Н. Исследование взаимодействия высокодисперсного алюминия с олеиновой кислотой 1 7
- Мечковский С. А., Абугоффа А. А., Муравская Н. В. Оптимизация селективности сорбционно-колористического метода определения следов тяжелых металлов 3 8
- Поляков Ю. С., Браницкий Г. А. Особенности формирования и роста частиц меди при ее химическом осаждении на поверхности серебра 1 9
- Рагойша Г. А. Анодные реакции в микрогетерогенных системах Ag — SnO₂ и Ag—стеклоуглерод 2 6
- Савенко В. П., Беланович А. Л., Щукин Г. Л. Особенности микроплазменного анодирования алюминиевого сплава, содержащего медь 2 3
- Цыбульская Л. С., Гаевская Т. В., Новоторцева И. Г. Особенности электрохимического осаждения сплава никель-фосфор 3 15
- Щукин Г. Л., Кулешова И. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П. Анодирование алюминия в электролите на основе фосфата натрия 1 13

БИОЛОГИЯ

- Александрович О. Р., Цинкевич В. А. Жуки пиллюльщики (Byrrhidae), ложнопиллюльщики (Limnichidae) и нозодендриды (Nosodendridae) фауны Беларуси 1 23
- Алиновская В. А., Капуцкий Ф. Н., Стельмах В. А., Талалин В. И., Юркович Т. Л. Поликапран. 1. Создание, гемостатическая активность и токсикологическая характеристика 1 34
- Бибиков Ю. А., Плечко В. Ф., Вольнец З. М. О флоре Молодечненского района 2 27
- Блажевич О. В., Максимов Н. П. Биосинтез пиримидинов бактериями *Pseudomonas putida* M 2 21
- Гурилович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С. Новые виды пероноспорных грибов и их питающих растений в условиях Беларуси 3 25
- Гричик В. В., Шкляр Л. П. Изменения в орнитофауне бассейна Нарочанских озер в течение XIX—XX вв. 1 26
- Гричик В. В. Некоторые коррективы к списку птиц Беларуси 1 31
- Желдакова Р. А., Таманькова А. В., Шевчик В. Е., Евтушенко А. Н. Использование пектиназ бактерий *Egwinia* для выделения протопластов и клеток из листьев табака 1 45
- Зырянова Т. Н., Лаврова В. М., Пикулев А. Т. Влияние бензидаина и *o*-толидина на активность аспаратаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в тканях крыс 1 42
- Кахнович Л. В., Антипов С. А. Влияние дефицита белков в хлоропластах на содержание хлорофиллов в пигмент-белковых комплексах 3 33
- Кахнович Л. В., Антипов С. А. Изменение пигментного фонда фотосинтетических мембран при дефиците белков в хлоропластах 2 31
- Кахнович Л. В., Павлович О. М. Особенности пигментного состава и функциональной активности фотосинтетического аппарата растений ячменя различной продуктивности 2 34
- Константинов А. С., Русаков А. М. Сравнительно-морфологическое исследование полового аппарата самок жуков-листоедов подсемейства Chrysomelinae (Coleoptera, Chrysomelidae) 2 18
- Крючкова Н. М. Динамика численности зоопланктона в гиперэвтрофном водоеме 2 38
- Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Пикулев А. Т. Активность гексокиназы и уровень пиридоксальных коферментов в саркоме M1 и карциносаркоме Уокера при комбинированных воздействиях на опухоль 1 39
- Лопатин И. К. Интразональные биотопы как центры биологического разнообразия в аридных зонах Евразии 3 29

Сенчук В. В., Пикулев А. Т., Ластовская Л. А. Состояние цитоскелета гепатоцитов крыс при воздействии гамма-облучения и нитрата натрия	3 19
Стельмах В. А., Юркович Т. Л. Поликапран. Оценка механизмов реализации гемостатического действия	2 43
Стельмах В. А., Юркович Т. Л., Кондратенко Г. Г. Поликапран. 3. Гемостатическая активность при экспериментальных коагулопатиях	3 36
Стефанович А. И. Некоторые наблюдения над развитием мучнисто-росяных грибов	1 32
Черник В. В., Черник В. Ф., Морозов О. В. Культура гибридных семян <i>Oxycoccus macrocarpus</i> Pursch. x <i>Vaccinium vitis-idea</i> L. in vitro	1 29

ГЕОГРАФИЯ

Власов Б. П., Жуховицкая А. Л. Микростратификация озерных осадков в позднем голоцене	2 73
Воронкова Н. Ф. Эколого-географическая концепция ТерКСОП Минской агломерации	3 67
Высоцкий Э. А., Демидович Л. А., Клементьев В. П. Проблемы рационального использования Старобинского месторождения калийных солей и охраны окружающей среды	1 70
Высоцкий Э. Ф., Демидович Л. А., Обровец С. М., Терлецкий В. В., Протасевич Б. А. Палеогеоморфологические условия формирования нефтеносных ангидритовых отложений Давыдовской площади	2 51
Гурский Б. Н., Якушко О. Ф. Экологические аспекты современного геоморфологического комплекса Беларуси	1 55
Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф. Возмущение донных отложений мелководного озера как внутренний источник эвтрофирования (на примере оз. Червоное)	1 48
Гурьянова Л. В., Иконников В. Ф., Тумишская С. Ф. Многолетняя динамика лимнологических показателей оз. Червоное	2 53
Ермоленко В. А. Геометрический метод экологического картографирования Жмойдяк Р. А., Соломонов А. А. Академик В. В. Попов — выдающийся ученый-геодезист (к 105-летию со дня рождения)	3 49
Иванов Н. П., Куликов Я. К., Борисенко О. Ф. Влияние оптимальных условий минерального питания на снижение поступления радионуклидов в растения	1 53
Иванов Н. П., Куликов Я. К., Чубаков А. С., Малашенков В. Ю. Структурные почвенные мелиорации как основа оптимизации природной среды	3 61
Каждан Е. Н., Шалькевич Ф. Е. Динамика земельных угодий в мелиоративных ландшафтах Припятского Полесья	1 65
Каратаев А. Ю., Рудаковский И. А., Бурлакова Л. Е. Распределение и динамика цезия-137 в озерных водоемах с различными уровнями радиоактивного загрязнения	3 57
Киселев В. Н., Нестерук В. Н., Лысковец М. В. Использование вертолетов для борьбы с заморозками	3 47
Нестерук В. Н., Лысковец М. В., Ковриго П. А. Влияние продуктов сгорания топлива на экологию и микроклимат Минска	1 66
Овчинникова Р. И. Отражение древней физико-географической лексики в субстратной гидронимии бассейна Западной Двины финно-угорского происхождения	2 60
Павловский А. И., Шишонюк Н. А., Савчик С. Ф., Марьина Л. В. Современный морфогенез на территории Воложинского геоморфологического полигона	2 63
Сачок Г. И., Шишонюк Н. А., Марьина Л. В. Типологическое районирование территории Беларуси по корреляционным связям морфометрических параметров рельефа	3 53
Томашевич А. В. К вопросу стоимостной оценки земельных ресурсов на примере Витебской области	2 68
Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А. Географический прогноз: отражение идей современной географии	1 60
Широков В. М., Юревич Р. А., Тарасова М. В. Водный баланс бассейна р. Неман	2 46

НОВОЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Воробьева Т. Н. Место и роль тестового контроля знаний в учебном процессе в высшей школе (на примере химических дисциплин)	3 69
--	------

РЕЦЕНЗИИ

Зыль Е. А. А. В. Соломко. Топография и картография в школе	2 77
--	------

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Николай Тарасович Романовский	1 73
---	------

На основе 3-гидроксипиперидин-4-онов синтезированы диастереомерные циангидрины, амиды и эфиры соответствующих пиперидинкарбоновых кислот. Строение и конфигурация полученных соединений подтверждены данными ИК, ЯМР¹³С и ¹Н спектроскопии.

Библиогр. 8 назв., табл. 2.

УДК 621.793.3

А м е л и н а Н. В., Б о б р о в с к а я В. П., Г а е в с к а я Т. В. Исследование стабилизирующего воздействия пиримидиновых оснований на растворы химического осаждения меди // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Изучено влияние пиримидиновых оснований, различающихся характером и положением заместителей в пиримидиновом кольце, на процесс восстановления Си (II) борогидридом. Установлено, что серосодержащие пиримидиновые основания повышают стабильность медно-борогидридного раствора, практически не влияя на скорость каталитического процесса осаждения меди на серебряные центры на подложке. Вводимые добавки приводят к частичному растворению и одновременному диспергированию частиц серебра. При введении 2,5-диаминопиримидина в раствор наблюдается увеличение скорости осаждения меди.

Библиогр. 6 назв., ил. 3.

УДК 541.138

С т р е л ь ц о в Е. А., С в и р и д о в В. В., Л а б а р е в и ч И. И. Подпотенциальное электрохимическое осаждение свинца на Au-электроде в условиях образования монослойных количеств PbS // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Предложен способ формирования наноразмерных слоев PbS сульфидированием двухмерного слоя подпотенциально осажденных адатомов свинца на поверхности Au-электрода. Установлено, что образование монослойных количеств PbS ингибирует процесс дальнейшего подпотенциального осаждения свинца на поверхности золота.

Библиогр. 10 назв., ил. 3.

УДК 577.391

Пикулев А. Т., Х р и п ч е н к о И. П., П а р х и м о в и ч Т. В. Влияние некоторых аминоксифенилов на активность ацетилхолинэстеразы мозга крыс // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Изучена активность ацетилхолинэстеразы (КФ 3.1.1.7) в субклеточных фракциях мозга крыс на фоне введения бензидаина и о-толидина. Показано, что близкие по строению аминоксифенилы оказывают эффект на исследуемый фермент в зависимости от дозы использованного препарата и от длительности его действия на организм.

Библиогр. 7 назв., ил. 2.

УДК 661.728:615.9]-99

К о н д р а т е н к о Г. Г., Ю р к ш т о в и ч Т. Л., С т е л ь м а х В. А. Поликапран. 4. Особенности биодеградации локального гемостатика при имплантационном применении // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Исследована динамика биодеградации поликапрана при его имплантационном применении для лечения экспериментальной травмы печени у кроликов в сравнении с марлей кровоостанавливающей. Установлено, что поликапран оказывает благоприятное влияние на течение послеоперационных процессов. Гистологические и гистохимические показатели указывают, что биодеградация препарата завершается к 28-м сут с одновременным завершением местного воспалительного процесса.

Библиогр. 10 назв., табл. 1.

УДК 581.2.02

Ю р и н В. М., С о к о л и к А. И. Растительная клетка как модель для исследования мембранотропного действия химических соединений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Рассмотрены подходы, позволяющие на основании стационарных и кинетических зависимостей, полученных в электрофизиологическом эксперименте на клетках харовых водорослей, провести описание механизмов взаимодействия некоторых ксенобиотиков с плазмалеммой. Показано, что их неспецифическое действие связано с модификацией электродиффузионных свойств мембраны.

Библиогр. 8 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 574.475(28)

Б а б и ц к и й В. А. Мейобентос трех озер Гомельской области: предварительная оценка динамики, содержания радионуклидов и их потока // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

В работе представлены данные по составу и динамике мейобентоса в разные месяцы вегетационного сезона 1992 г. в трех озерах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. Исходя из сведений по содержанию радионуклидов в сухой массе разных таксонов беспозвоночных из состава зообентоса и зоофитоса, предпринята попытка оценить содержание этих нуклидов в запасах биомассы и продукции в расчете на всю зону обитания мейобентоса в озерах. Рассчитана величина потока радионуклидов в группировке донной мейофауны за вегетационный период.

Библиогр. 5 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК (598.2) 591.177

Б у р к о Л. Д. Надежность скелета конечностей птиц // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

На основании данных о максимальных (разрушающих) нагрузках трубчатых костей конечностей восьми видов птиц рассчитан запас прочности компактного вещества. Показано, что с увеличением размеров птиц и снижением их двигательной активности понижается значение показателя надежности скелета.

Библиогр. 5 назв., табл. 1.

УДК 911.5

К о з л о в с к а я Л. В., Т о м а ш е в и ч А. В. К вопросу о перестройке структуры экономики Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Обосновывается концептуальный подход к перестройке структуры экономики Беларуси. Анализируется система факторов и предпосылок, определяющих пути выхода республики из экономического кризиса, рассматриваются возможности их реализации в условиях перехода к рыночным отношениям.

УДК 551.48

Ж м о й д я к Р. А., К а п е л ь щ и к о в Н. А., Ш а л ь к е в и ч Ф. Е. Гидрографическая сеть как индикатор новейших тектонических движений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

На основе анализа разновременных материалов (аэрофотоснимков и топографических карт) выявлены локальные изменения планового положения русла р. Припяти и ее притоков Словечны и Уборти.

Библиогр. 5 назв., ил. 4.

УДК 551.4(476)

К и с е л е в В. Н., М а р з и н И. Г. Золовые формы рельефа Белорусского Полесья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Предложена классификация золовых форм рельефа Белорусского Полесья, которые отнесены к двум основным генетическим группам. Существование участков палеопустынных ландшафтов в пригляциальной зоне поозерского материкового оледенения привело к образованию симметричных барханов, продольных ветру гряд и кольцевых дюн. С последниковыми водоемами связано формирование береговых валов, гипертрофированных комплексных дюнных образований и соседствующих с ними одиночных округлых дюн.

Библиогр. 9 назв., ил. 1.

УДК 631.4:631.8

Н и ч и п о р о в и ч Д. В., З а й к о С. М., Г о р б л ю к А. В., Л о б а ч Т. Я., В а ш к е в и ч Л. Ф. Экологические аспекты изменения мелиорированных почв в Республике Беларусь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Мониторинговое изучение мелиорированных почв республики Беларусь позволило выявить особенности почвообразования в них и в связи с этим изменение морфологии почв, структуры почвенного покрова, водно-физических и химических свойств, почвенно-грунтовых и поверхностных вод. На примере одной стационарной площадки приведен прогноз изменения структуры почвенного покрова.

Библиогр. 6 назв.

УДК 504.4.06

Н о в и к о в Г. В., Р о м а н о в В. П., К а п е л ь щ и к о в Н. А., Ф е й г е л ь м а н М. Е. Влияние Игналинской АЭС на состояние оз. Дрисвяты // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

На основе проведенных исследований дается характеристика термического, газового и гидрохимического режимов оз. Дрисвяты, а также приведены параметры гамма-активности донных отложений в зоне сброса отработанных вод. Состояние участка факельной зоны приемника-охладителя с экологической точки зрения можно рассматривать как весьма напряженное.

Библиогр. 5 назв.

УДК 631.41

К р у г о в о й А. В., Ч е р т к о Н. К., Ю х н е в и ч Д. И. Геохимическая структура как основа моделирования интенсивности латеральной миграции химических элементов в ландшафте // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Дана методика составления и реализации теоретической модели интенсивности латеральной миграции химических элементов. Предлагаемая модель позволяет разработать критерии дифференцированного подхода к регулированию латеральной миграции, прогнозировать интенсивность миграции химических элементов в ландшафте.

Ил. 2, табл. 1.

УДК 574.5(285.2)

К а р а т а е в А. Ю., С а м о й л е н к о В. М., Б о й к о в а С. А., В е ж н о в е ц Г. Г., Л е ш к о в и ч Л. Е., И л ь я ш е н к о В. И. Эвтрофирование озер Березинского заповедника // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1994. № 1.

Изучены гидрохимический и гидробиологический режимы озер Домжерицкое и Палик, расположенных на территории Березинского биосферного заповедника. По сравнению с 1970 г. ухудшился кислородный режим озер, возросли концентрации биогенных элементов, органического вещества. В оз. Домжерицкое биомасса фитопланктона увеличилась в 16 раз, в оз. Палик — в 8 раз. Доминировавшие ранее диатомовые водоросли сменились синезелеными, которые в конце лета вызывают «цветение» воды, что позволяет сделать вывод об интенсивном антропогенном эвтрофировании этих водоемов. В сообществах планктонных и донных беспозвоночных существенных изменений не отмечено.

Библиогр. 6 назв., табл. 2.

CONTENTS

OUR LAUREATES

<i>Lopatin I. K.</i> Biodiversity: entomofauna of Byelorussia and the problems of its research	3
--	---

CHEMISTRY

<i>Kapucky F. N., Starobinets G. L., Yurkshovich T. L., Borschenskaya T. I.</i> The influence of specific interactions on the stabilization of sorption bonds of polyelectrolytes — aminocarbonic acids when they are unexchanged sorbed from water-ethanol mixtures	7
<i>Sviridenko V. G., Proleskovsky J. A., Mechkovsky S. A., Panteleyeva S. M.</i> Titrimetric determination of silver in highly-mineralized brines	13
<i>Stepanova L. I., Barkovskaya L. V., Purovskaya O. G.</i> Electroless deposition of Ni-W-P films on a single-crystal gallium arsenide surface	15
<i>Lakhvich F. F., Khripach N. B., Stanishevski L. S.</i> Synthesis of the dihydroxypiperidine carboxylic acid derivatives from the 3-hydroxypiperidin-4-ones	19
<i>Amelina N. V., Bobrovskaya V. P., Gayevskaya T. V.</i> An investigation of stabilizing action of pyrimidine basis on solutions of chemical deposition of copper	23
<i>Streltsov E. A., Sviridov V. V., Labarevich I. I.</i> Underpotential deposition of lead on Au-electrode covered by PbS monolayer	25

BIOLOGY

<i>Pikulev A. T., Chripchenko I. P., Parchimovych T. V.</i> Influence of aminobifenyles on acetylcholinesterase activity in rat brain	29
<i>Kondratenko G. G., Yurkshovich T. L., Stelmah V. A.</i> Polycapran. 4. The peculiarity of the biodegradation of the local haemostatic at the implantational application	31
<i>Yurin V. M., Sokolik A. I.</i> The plant cell as a model of investigation of membranotropic action of chemical compounds	35
<i>Babitsky V. A.</i> Meiobenthos of the three Gomel distict's lakes: preliminary evaluation of dynamics, content of radionuclides and its flow	38
<i>Burko L. D.</i> Limb bones reliability of birds	44

GEOGRAPHY

<i>Kozlovskaya L. V., Tomashewich A. V.</i> On the question of reforming the structure of Belarus economics	47
<i>Zhmoydyak R. A., Kapelschikov N. A., Shalkevitch F. E.</i> Gydrographic network as an indicator of the Latest Tectonic movements	51
<i>Kiselev V. N., Marzin I. G.</i> Aeolian forms of relief in Byelorussian Polesye	55
<i>Nichiporovich D. V., Zayko S. M., Gorblyuk A. V., Lobach T. Y., Vashkevich L. F.</i> Ecological aspects of changing meliorated soils in the Republic of Belarus	59
<i>Novikov G. V., Romanov V. P., Kapelschicov N. A., Feigelman M. A.</i> The influence of Ignalina AEPS on the lake Drisviyty regime	63
<i>Krugovoy A. V., Chertko N. K., Yuknevich D. I.</i> Geochemical structure as the basis for simulating the intensity of lateral migration of chemical elements of a landscape	67
<i>Karataev A. Y., Samoylenko V. M., Boykova S. A., Vezhnoveth G. G., Leshcovich L. E., Ilyashenko V. I.</i> Lakes eutrophcation of the Beresino nature reserve	70

TO THE MEMORV OF A SCIENTIST

<i>Anatoli Timopheevich Pikulev</i>	74
---	----

OUR JUBILEE

<i>Petr Alekseevich Lyarski</i>	77
---	----