

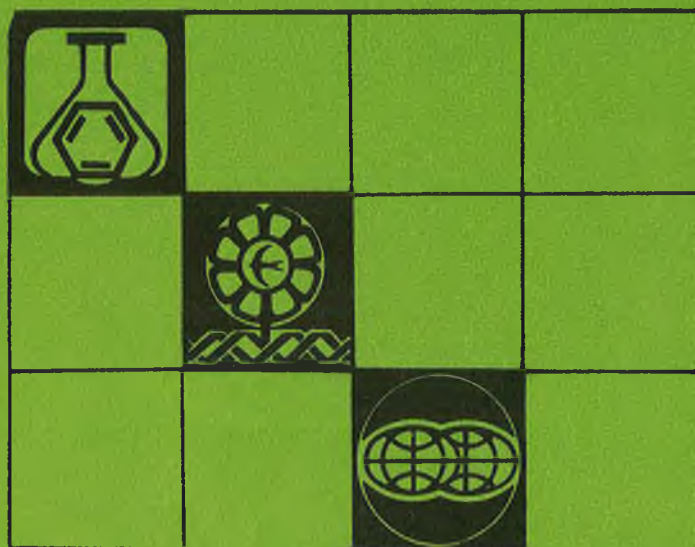
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

3 '92



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Браницкий Г. А., Баран С. В., Ивановская М. И. Химические аспекты проблемы создания термокаталитических газовых сенсоров	3
Барановская Т. В., Пшеничный Г. В., Станишевский Л. С. Синтез 4-гидроксн-2-фенилдекагидрохинолин-4-она и 4-гидроксн-2-фенилоктагидропириндин-4-она на основе эпоксидов 1-ацетилцикленов	12
Зубец О. В., Шишенок М. В., Герт Е. В., Капуцкий Ф. Н. Азотнокислый вариант получения микрокристаллической целлюлозы II из нативного волокна	13
Бобровская В. П., Соколов В. Г., Бирюкова Н. М. Влияние ионов сульфаминовой кислоты на процесс химического осаждения никеля из гипофосфитных растворов	17
Коледа В. В., Казаков А. А., Шукин Г. Л. Влияние условий формирования анодных пленок оксида алюминия на их толщину	19

БИОЛОГИЯ

Бабицкий В. А. Донная мейофауна озер, находящихся под влиянием аварии на ЧАЭС	24
Юрин В. М., Соколик А. И., Матусов Г. Д. Мембранотропный эффект некоторых регуляторов роста растений	29
Стефанович А. И. К вопросу об охране грибов в Республике Беларусь	34
Кахнович Л. В., Стружко В. А. Изменение соотношения хлорофилла в пигмент-белковых комплексах при дефиците белка в хлоропластах	36
Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н., Ластовская Л. А., Сенчук В. В. Влияние ароматических аминов на состояние белков цитоскелета печени и головного мозга крыс	38
Гирилович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С. Ржавчинные грибы восточной части Минско-Борисовского геоботанического района	42

ГЕОГРАФИЯ

Базыленко Г. М., Гурьянова Л. В., Блажевич Л. А. Тепловой баланс оз. Нарочь	47
Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф. Водохозяйственный баланс мелководного озера в условиях осушительной мелиорации земель Полесья (на примере оз. Червоное, РБ)	52
Загорец И. В. Влияние миграции населения на трудовые ресурсы потенциал Гомельской области	57
Вежновец Г. Г., Бойкова С. А., Каратаев А. Ю. Изменение гидробиологического режима оз. Мнорское в условиях антропогенного загрязнения	61
Киселев В. Н. Концепция качества окружающей среды Беларуси	66
Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Куликов Я. К., Скурко И. Е., Зеленкевич Л. Ф. Эффективность последствий оптимизации дерново-подзолистой почвы при выращивании кукурузы	70
Власов Б. П., Иконников В. Ф., Ясько А. О. Форма котловин озер Беларуси и ее трансформация в процессе осадконакопления	73
Соломко А. В., Киреенко Е. Г. Проблемы формирования экономического механизма рационального природопользования Республики Беларусь в условиях рыночных отношений	77
Рылюк Г. Я. Русские топонимы на карте Северной и Южной Америки	80
Трофимов А. М., Широков В. М. Динамические принципы изменения географических ситуаций и состояния геосистем	82
Демидович Л. А., Савицкий Б. П., Высоцкий Э. А., Обровец С. М. Концепция геоэкологических исследований верхней части литосферы территории Республики Беларусь	86

ХРОНИКА

Жмойдяк Р. А., Чертко Н. К., Рюмин В. В. Диалог с природой: возможно ли сотворчество?	91
Аношко В. С., Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А. Ян Доминикович Черский (1845—1892)	92

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

3 '92

ОКТАБРЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“

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

Редакционная коллегия серии:

А. И. ЛЕСНИКОВИЧ (*ответственный редактор*),
Р. А. ЖМОЙЛЯК, **Ф. Н. КАПУЦКИЙ**, **В. Н. КИСЕЛЕВ**,
Л. В. КОЗЛОВСКАЯ, **Н. М. КРЮЧКОВА**, **И. К. ЛОПАТИН**,
Е. П. ПЕТРЯЕВ, **А. Т. ПИКУЛЕВ** (*зам. ответственного редактора*),
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** (*ответственный секретарь*), **О. Ф. ЯКУШКО**

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992, № 3

Серия I: Физ. Мат. Мех. 1991, № 3

Редактор А. И. Гуторова
Младший редактор Г. М. Добыш
Художественный редактор Д. Е. Дивин
Технический редактор и корректор Г. И. Хмарун

Сдано в набор 03.08.92. Подписано в печать 28.10.92. Формат 70×108¹/₁₆.
Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Усл. кр.-отт. 8,52.
Уч.-изд. л. 9,71. Тираж 945 экз. Заказ 1235. Цена 1 р. 50 к.

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

Типография издательства «Белорусский Дом печати». 220041, Минск,
проспект Ф. Скорины, 79.



УДК 542.2

Г. А. БРАНИЦКИЙ, С. В. БАРАН, М. И. ИВАНОВСКАЯ

ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ

Введение. Поиск путей обеспечения безопасных условий труда, предотвращения аварий и катастроф в гражданском строительстве, на транспорте (автомобильном, железнодорожном и др.), энерго- и электронной технике, в химической, нефтехимической, угледобывающей промышленности, а также объектах специальной техники стимулируют во всех странах проведение исследований, направленных на создание простых и надежных методов контроля в воздушной атмосфере различных по химическому составу горючих, взрывоопасных и токсичных газов (углеводороды, оксид углерода, водород, H_2S , пары органических растворителей и др.) [1].

В ряде случаев для этих целей могут быть использованы термодаталитические сенсоры (ТКС), с помощью которых удастся обнаруживать места утечки и скоплений взрывоопасных газов в количествах, меньших нижнего предела взрываемости. Достоинством ТКС является простота конструкции, технологии изготовления и схемы регистрации выходного сигнала [2].

В данной статье проанализированы литературные данные и результаты собственных исследований авторов, относящиеся к проблеме повышения эффективности работы ТКС за счет использования в составе чувствительных элементов (ЧЭ) катализаторов, представляющих собой микрогетерогенные пленочные структуры из частиц благородных металлов и термостойких оксидов.

2. Некоторые особенности конструкции ТКС и чувствительных элементов. Чувствительный элемент сенсора представляет собой миниатюрный микрокалориметр, включающий платиновый терморезистор со сформированным на нем носителем (чаще всего из $\gamma-Al_2O_3$), в поверхностном слое которого распределен катализатор. На катализаторе протекает экзотермическая реакция беспламенного окисления детектируемого газа, приводящая к увеличению сопротивления платинового терморезистора, которое преобразуется в электрический сигнал с помощью различных электронных схем [2].

В мостовой измерительной схеме Уитсона в качестве сравнительного элемента применяется Pt-терморезистор с носителем, как и в ЧЭ, но без катализатора. Величина разбаланса электрического моста при протекании реакции окисления газа на ЧЭ определяет выходной сигнал сенсора ($U_{вых.}$), который пропорционален концентрации сгораемого газа. Таким образом, выходной сигнал характеризует способность сенсора «откликаться» на изменение концентрации определяемых газов и величина нижнего предела этой концентрации определяет пригодность сенсора для эксплуатации.

К настоящему времени накоплено много экспериментальных данных,

указывающих на то, что величина выходного сигнала при детектировании газов разной химической природы существенно зависит от состава катализатора на ЧЭ сенсора, а также от условий приготовления катализатора и последующей его обработки при нагревании [3].

К катализатору в составе чувствительного элемента ТКС предъявляются следующие требования:

1. Для снижения энергопотребления сенсора и обеспечения его стабильной работы в течение длительного времени необходимо, чтобы реакция окисления детектируемого газа на ЧЭ протекала при как можно более низкой температуре. Химический состав катализатора, его структура и каталитические свойства не должны сколько-нибудь существенно изменяться при перегревах до высоких температур (1000 °С и более).

2. Необходимо, чтобы катализатор обеспечивал стабильность выходных параметров сенсоров при изменении состава газовой среды.

3. Катализатор должен обладать высокой механической прочностью, обеспечивающей возможность эксплуатации сенсоров в условиях вибрационных и ударных нагрузок (при эксплуатации приборов в шахтах, транспорте, спецтехнике и др.).

4. Катализатор не должен изменять своих характеристик при хранении сенсоров в различных условиях (температура от -50 до +50 °С, влажность до 100 % и др.).

5. Необходимо, чтобы катализатор имел высокую устойчивость к каталитическим ядам (особенно в условиях химических производств), а также к парам воды как одному из продуктов глубокого окисления органических и неорганических газов и паров. Его свойства должны быть малочувствительными к действию ядов (сернистых, хлористых, фосфор- и кремнийсодержащих соединений, сажи).

Поскольку экзотермические реакции полного окисления детектируемых газов при больших степенях превращений и объемных скоростях газовых потоков (особенно в миниатюрных чувствительных элементах) протекают в основном в диффузионной области, то это обуславливает определенные требования к пористой структуре контактов, которые наряду с узкими реакционными порами должны содержать также транспортные поры для обеспечения высокого коэффициента использования поверхности.

Не менее важно, чтобы чувствительные элементы, в особенности при массовом производстве, изготавливались из недорогих и недефицитных компонентов по безотходной или малоотходной технологии и содержали в минимальном количестве драгоценные металлы.

Перечисленные требования достаточно близки к тем, которые предъявляются к катализаторам для очистки выхлопных газов автотранспорта. Различия в этих требованиях, с учетом назначения сенсоров, состоят в следующем: 1) чувствительные элементы должны обеспечивать линейную зависимость выходного сигнала в максимально возможно широком диапазоне концентраций — как минимум до нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР); 2) быстроедействие ТКС не должно превышать нескольких секунд; 3) основная и дополнительные погрешности измерения концентраций горючих газов должны быть минимальными; 4) ТКС во многих случаях должны иметь взрывобезопасное исполнение.

Основные параметры ТКС (стабильность, надежность, чувствительность, энергопотребление и т. д.) закладываются на стадии их изготовления.

При этом весьма существенное значение имеют химический состав носителей и катализаторов, а также их пористая структура, зависящие от условий приготовления и последующей температурной обработки.

3. Носители, катализаторы и способы их получения. В [4] предложен способ получения носителя ЧЭ, заключающийся в нанесении на Pt микроспираль слоя из оксидов алюминия и бериллия. Носитель далее пропитывают раствором солей платины и палладия с последующим восста-

новлением и прокалкой. Смесь из оксидов наносят многократным погружением спирали в насыщенный раствор азотнокислых солей алюминия и бериллия, который берут в соотношении 9: 1. Это позволяет повысить долговечность, активность и стабильность параметров сенсоров.

Для упрощения способа и получения стабильного катализатора в [5] предложено готовить чувствительный элемент из каталитической пасты, содержащей технический глинозем и хлорид палладия с последующим разбавлением этилсиликатом. После обжига на воздухе (550—600 °С) элементы обладают необходимой прочностью и могут быть использованы для детектирования метана.

Оригинальный способ изготовления чувствительных элементов в виде полых микроцилиндров рассмотрен в [6—8]. Сущность его заключается в том, что на металлическую спираль методом электрофореза наносится носитель из γ - Al_2O_3 (активный) или α - Al_2O_3 (сравнительный элемент). По методу [6] спираль, покрытая γ - Al_2O_3 , прокаливается при температуре 600—800 °С в атмосфере воздуха, азота или аргона и на нее наносятся каталитически активные вещества. Использование электрофорезной технологии позволило повысить производительность изготовления ЧЭ и обеспечить идентичность их характеристик благодаря одноразовому нанесению равномерного по всей поверхности активного слоя [9]. В [10] аналогичные результаты получены путем термического разложения на спирали суспензии, содержащей частицы Al_2O_3 (до 96 %), MnO_2 , MgO и ThO_2 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и HCl , диспергированные в высоковязком растворителе. Такая композиция при термообработке обеспечивает стягивание витков спирали до оптимального расстояния, в результате чего уменьшается энергопотребление чувствительных элементов.

Для достижения высокой стабильности работы ТКС предложено [11] использовать в качестве носителя диоксид тория, получаемый разложением нитрата с последующим или одновременным формированием катализатора (Pd , Pt , Pd-Pt). Параметры элементов улучшаются, когда в ThO_2 вводятся оксиды церия и (или) алюминия. Одновременное формирование носителя (Al_2O_3) и катализатора (Pt-Pd) рассматривается также в [12].

В соответствии с [13] микропористый носитель формируется из пасты, содержащей смесь бемита, нитрата алюминия и тонкие керамические волокна, которая после высушивания прокаливается при 700 °С на воздухе. Благодаря керамическим волокнам в носителе не возникает трещин из-за усадки. Для увеличения чувствительности ТКС и уменьшения потребляемого тока, что важно для приборов с автономными источниками питания, предложено в качестве резистора использовать проволоку, модифицированную 0,15 % Y_2O_3 .

В ряде случаев ТКС эксплуатируются в условиях, когда возможно воздействие на чувствительные элементы не только детектируемых газов, но и различных веществ, вызывающих обратимое или необратимое отравление катализаторов, следствием которого является или ухудшение метрологических параметров, или полный выход сенсоров из строя. В ряде патентов рассматриваются способы, уменьшающие отрицательное воздействие ядов и улучшающие физико-химические характеристики носителя и катализаторов. Использование носителя из частиц γ - Al_2O_3 размером 50—100 Å, а также нанесение на катализатор слоя γ - Al_2O_3 приводит к устойчивости ТКС к действию кремнийсодержащих соединений в воздухе [14]. В соответствии с [15] носитель готовится из суспензии с размером частиц менее 20 нм в органической безводной жидкости. Суспензию получают размолом Al_2O_3 в присутствии соли палладия с последующей обработкой ультразвуком и спекают на спирали. Получаемый носитель характеризуется наличием открытых пор небольшого диаметра, что способствует диффузии газов к каталитически активным центрам, но препятствует проникновению в глубь катализатора относительно крупных молекул ядов.

Введение в носитель цеолита в форме Н-модернита увеличивает

устойчивость катализатора к отрицательному воздействию свинецсодержащих соединений [16, 17]. В [18] предлагается формировать носитель вместе с катализатором из суспензии, содержащей частицы Al_2O_3 размером не более 0,1 мкм. Это способствует повышению прочности элемента и обеспечивает равномерное распределение металла по всему объему элемента. Кроме того, в данном случае в меньшей мере отравляется катализатор хлор- и кремнийсодержащими соединениями. Чередование по глубине ЧЭ носителя с катализатором и без такового (по типу «луковица») приводит к аналогичным результатам [19].

Для детектирования водорода в воздухе испытаны чувствительные элементы, носитель которых представлял α -модификацию Al_2O_3 , а также молекулярное сито 3А [20]. В качестве связующего в последнем случае использовали бентонит. Предложено также применять в качестве носителя фарфоровую массу, которая после обжига при 800 °С обладает высокой механической прочностью и пористостью (~20 %) [21].

Уменьшить воздействие каталитических ядов можно и путем замены благородных металлов на катализаторы другого химического состава, менее чувствительные к отравлению поверхности. Следует отметить, однако, что известно совсем немного работ, ставящих своей целью полное исключение благородных металлов из состава катализаторов для ЧЭ сенсоров. В [22] катализаторы для сенсоров, предназначенных для обнаружения CH_4 и CO , синтезировались методом деструкционно-эпитаксиальных превращений $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в аммиачных растворах солей меди и марганца. Высокая термическая устойчивость синтезированных катализаторов, развитая удельная поверхность, образование химической связи активного компонента — ионов переходных металлов (медь, марганец) с остовом носителя и равномерное его распределение в составе твердой фазы позволяют использовать алюминатные соединения переходных металлов в качестве каталитических покрытий чувствительных элементов при рабочих температурах до 700 °С. При более высоких температурах происходит разупорядочение и разрушение сформированной гидратированной структуры.

Для улучшения метрологических параметров сенсоров важно также получать сравнительные (опорные) элементы каталитически неактивными, в особенности при детектировании легковоспламеняющихся газов (водород, оксид углерода и т. п.), а также обеспечивать идентичность теплофизических параметров чувствительного и сравнительного элементов. В [23] для дезактивации катализатора на его поверхности формируется слой из TiO_2 , а в [24] рекомендуется изготавливать сравнительные элементы из силиката натрия, содержащего в качестве наполнителя смесь порошков черного карбида кремния и базальта.

Важным является вопрос, какой из параметров пористой структуры носителей является определяющим эксплуатационные свойства чувствительных элементов. В работе [25] установлена корреляция между удельной поверхностью носителей и значениями выходных сигналов сенсоров. Необходимо отметить, однако, что в данном случае исследовались контакты, незначительно различающиеся по величине удельной поверхности. Позже в [26] изучены адсорбционно-структурные параметры носителей из $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ двух типов: один из них был получен из суспензии, содержащей оксид алюминия с размером частиц ≤ 40 мкм, и нитрата алюминия в качестве связующего (носитель 1), а другой — из переосажденного гидроксида алюминия, пептизированного азотной кислотой (носитель 2). Установлено, что носитель 1 обладает пористой структурой с бимодальным распределением объемных пор по диаметру с максимумом при 10 и 20 нм, а носитель 2 имеет мелкопористую структуру с максимумом при $d = 2$ нм. Удельные поверхности прокаленных при 850 °С носителей различались незначительно, однако выходные сигналы ТКД с носителем 1 были значительно выше (в 1,5 раза), чем для носителя 2.

В подавляющем большинстве известных работ в качестве катализаторов в составе чувствительных элементов ТКС предлагается использо-

вать металлы платиновой группы (Pd, Pt, Rh). Как правило, при изготовлении чувствительных элементов растворы солей этих металлов наносятся на носитель из оксида алюминия, после чего подвергаются сушке и прокаливанию на воздухе при температурах до 800 °С. В работах [27, 28] разработан способ получения на чувствительном элементе сенсора Pd — Pt-катализатора, включающий нагревание оксида с нанесенными солями PdCl₂ и PtCl₄ из водного раствора ацетата натрия. Такая обработка, как отмечается в [28], позволяет регулировать степень дисперсности частиц катализатора.

В [29] предложен способ получения Pd — Pt-катализатора, обеспечивающий нанесение строго заданного количества Pd и Pt на чувствительный элемент с последующей многочасовой (6—8 ч) сушкой катализатора при 120 °С или его прокаливанием при рабочей температуре элемента.

В соответствии с [4] активный катализатор на γ -Al₂O₃ — BeO-носителе получают пропиткой последнего соединением PdCl₂ и H₂PtCl₆ и прокаликой при 590—600 °С. При этом соли Pd и Pt разлагаются в микропорах и на поверхности активного элемента до мелкодисперсного продукта. Операции погружения элементов и последующей прокалики повторяют многократно.

4. Каталитически активные структуры металл-оксид в составе чувствительных элементов термokatалитических сенсоров. В литературе можно найти примеры, указывающие на улучшение свойств катализаторов в составе ЧЭ за счет их модифицирования термостойкими оксидами. По данным [11, 30], устойчивость Pd-катализаторов к действию высоких концентраций метана увеличивается в присутствии ThO₂. При детектировании углеводородов в присутствии серосодержащих соединений [31] SnO₂ уменьшает дезактивацию катализаторов.

Для получения высокоактивных и стабильных катализаторов в составе ЧЭ сенсоров перспективны методы, предложенные одним из авторов настоящей статьи [32, 33]. В данном случае катализаторы представляют собой пленочные структуры, содержащие одновременно высокодисперсные частицы благородных металлов (одного или нескольких) и термостойкие оксиды (Al₂O₃, WO₃, MoO₃, SnO₂ и др.). Для их формирования используются реакции гидролитического или термического разложения соединений металлов (наиболее приемлемы для этих целей алкоксиды, соли высших карбоновых кислот, в частности резинаты, соли гидроксидов металлов, стабилизированные поверхностно-активными веществами или минеральными кислотами, соли неорганических кислот в присутствии пленкообразующих органических веществ и др.), которые осаждаются на носитель из раствора вместе с требуемыми количествами соединений благородных металлов. По нашим данным, оксиды в составе пленочных структур создают геометрические барьеры, препятствующие агрегации металлических частиц при нагревании. Это является одной из возможных причин повышения стабильности выходных сигналов ТКС при протекании на ЧЭ реакций глубокого окисления углеводородов [34—41] по сравнению с катализаторами, приготовляемыми традиционным методом пропитки носителя водными растворами солей благородных металлов.

Нами установлено, что использование пленочного катализатора Pd — Al₂O₃ на носителе из γ -Al₂O₃ в термokatалитических сенсорах обеспечивает высокую начальную активность при анализе метана, однако в процессе эксплуатации сенсоров в метано-воздушной среде происходит постепенное ухудшение их характеристик. Стабилизация свойств таких термokatалитических сенсоров достигается введением в состав Pd — Al₂O₃-катализатора платины.

В [42] показано, что сенсоры с катализатором Pd — Pt — Al₂O₃, сформированным в результате пиролиза нанесенной на поверхность носителя γ -Al₂O₃ пленки резината алюминия, содержащей соединения Pd (II) и Pt (IV), отличаются высокой стабильностью характеристик в процессе длительной эксплуатации. Исследование катализаторов методами РФЭС,

электронной микроскопии, электроно- и рентгенографии позволило выявить основные причины высокой активности в реакции окисления метана и термической стабильности катализатора $\text{Pd} - \text{Pt} - \text{Al}_2\text{O}_3$ [43]. Высокая активность катализатора $\text{Pd} - \text{Pt} - \text{Al}_2\text{O}_3$ обусловлена стабилизацией на его поверхности в восстановительной атмосфере электронодефицитного состояния палладия — Pd^+ , а дезактивация палладиевых катализаторов связана с восстановлением в метано-воздушной смеси окисленных форм палладия (Pd^{2+} , Pd^+) до металла. Присутствие Pd^+ на поверхности металлических частиц препятствует их агрегированию при высокотемпературных воздействиях газов, тем самым обеспечивается стабильность каталитических свойств биметаллического катализатора. Восстановление же палладия до металла, которое наблюдается в палладиевом катализаторе, приводит, как правило, к укрупнению металлических частиц и осаждению на их поверхности дезактивирующих углеродсодержащих продуктов окисления метана.

Использование рассмотренных выше методик изготовления активных катализаторов в виде пленочных структур металл-оксид позволяет:

1. Упростить технологию приготовления катализатора на поверхности носителя в составе ЧЭ. Вместо многократных операций последовательного нанесения компонентов раствора, из которых далее формируется катализатор при нагревании на воздухе, используется только один раствор, содержащий соль органической кислоты и соединения благородных металлов. При этом исключается необходимость проведения высокотемпературного восстановления адсорбированных ионов платины и палладия. В предложенном варианте такое восстановление обеспечивается продуктами разложения исходных веществ на стадии формирования катализатора при нагревании. Значительно сокращается (от 50—150 до 2—10 ч) время, необходимое для стабилизации параметров сенсоров путем высокотемпературного воздействия метановоздушной смеси.

2. Технология изготовления ЧЭ сенсоров не только упрощается, но также становится более гибкой: практически без изменения количества операций удастся целенаправленно регулировать свойства катализаторов путем соответствующего выбора исходных компонентов раствора и их сочетаний.

3. Сокращается расход драгоценных металлов (в ряде случаев до 10—100 раз) по сравнению с другими известными способами приготовления катализаторов в составе ЧЭ. Катализатор распределяется исключительно в тонком поверхностном слое носителя в виде мелкодисперсных частиц, слабо подверженных агрегации при протекании на них реакции окисления детектируемых газов.

В настоящее время рассмотренные методы приготовления катализаторов в виде пленочных структур металл-оксид используются для массового изготовления ЧЭ термокаталитических сенсоров на ряде предприятий. Как следует из данных, представленных в таблице, изготавливаемые сенсоры по своим эксплуатационным характеристикам не только не уступают, но в ряде случаев превосходят лучшие зарубежные аналоги.

Необходимо отметить, что любая технология изготовления чувствительных элементов, как правило, включает стадию стабилизации активных каталитических покрытий [44, 45], так как в процессе работы катализаторов наблюдается протекание различных физико-химических процессов, влияющих на свойства катализаторов. В этой связи для дальнейшего усовершенствования ТКС интерес представляют результаты изучения механизма процессов, протекающих на катализаторе ЧЭ при их эксплуатации. Работ, проведенных в этом направлении, немного. В [46] исследовано влияние старения $\text{Pd} - \text{Al}_2\text{O}_3$ -катализаторов при 600°C в среде $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + \text{N}_2$ с отношением $\text{O}_2/\text{CH}_4 = 4$ и показано, что катализатор после старения стал более активным, особенно при $T < 400^\circ\text{C}$. При старении размер кристаллов Pd увеличился с 7 до 16 нм, а число оборотов при 400°C возросло в 20 раз, что указывает на структурно-чувствительный характер реакции. Установлено также, что в процессе окис-

**Основные характеристики термокаталитических сенсоров,
изготавливаемых серийно**

Характеристики сенсоров	НПО «Фармэк» ФТС-100	ПО «Электроточприбор», г. Омск, СМС-1	EEV Gas Sensors	
			VQ 1	VQ 24
Напряжение питания моста, <i>V</i>	2,5	2,5	2,0	3,5
Потребляемый ток, <i>mA</i>	100	150	300	85
Выходной сигнал на 1 % CH_4 в воздухе, <i>mV</i>	50	45	28	35

ления CH_4 на поверхности Al_2O_3 образуются частицы PdO , причем их образование зависит от дисперсности Pd . Как правило, стабилизация свойств катализаторов происходит под действием относительно высоких концентраций горючих газов [47], часто превышающих нижний предел взрываемости, что требует соблюдения особых мер предосторожности, использования специального оборудования и значительно усложняет и удорожает технологию изготовления сенсоров. Поэтому понятно, что применение рассмотренных выше методов получения каталитически активных структур, не требующих последующих дополнительных стабилизирующих обработок, является достаточно перспективным.

К сказанному об этих методах можно добавить следующее. В составе исходных растворов вместо соединений благородных металлов могут использоваться различные соединения неблагородных металлов. При последующем разложении этих веществ образующиеся на носителе пленочные структуры могут содержать сразу несколько оксидов, причем некоторые из них далее могут быть восстановлены до металла. Температурой разложения и восстановления можно регулировать дисперсность частиц в составе катализатора и его пористую структуру.

Изучение в дальнейшем каталитических свойств подобных систем в реакциях глубокого окисления взрывоопасных и токсичных газов, протекающих на поверхности ЧЭ сенсоров, сможет оказаться полезным для прогнозирования поиска путей повышения селективности сенсоров по отношению к детектируемым компонентам газовой смеси, увеличения стабильности выходных сигналов при длительной работе сенсоров, снижения их энергопотребления и т. д.

Существующие технологии изготовления чувствительных элементов позволяют автоматизировать процессы намотки микроспиралей, формирования носителя и каталитического покрытия. Оптимизация состава и структуры носителей и катализаторов позволяют свести к минимуму необходимые для стабилизации параметров технологические приемы. Однако использование терморезистивных проволок, погруженные намотки спиралей, изготовления носителя и катализатора, дезактивация под действием реакционной среды в значительной степени ограничивают возможности производства ТКС с идентичными параметрами, низким энергопотреблением, высокой чувствительностью и высокими метрологическими характеристиками. Логично думать, что более перспективной с этих точек зрения могла бы оказаться микроэлектронная технология производства ТКС.

5. Микроэлектронные термокаталитические сенсоры. В [48] отмечается, что использование микроэлектроники во многих случаях обеспечивает оптимальную совокупность противоречивых требований, предъявляемых к современным сенсорам: долговременную стабильность, высокую надежность, большой срок службы, жесткие условия эксплуатации, высокую точность, высокую чувствительность к измеряемому параметру и нечувствительность к другим влияющим факторам, малые габариты,

массу и энергопотребление, информационную, конструктивную и технологическую совместимость с микроэлектронными средствами обработки информации, низкую трудоемкость и стоимость в мелко- и крупносерийном производстве. Все вышесказанное в полной мере относится и к ТКС, изготовление которых принципиально возможно по микроэлектронной технологии.

Возможно, что одним из прообразов ТКС микроэлектронного исполнения можно рассматривать предложение [49] изготавливать чувствительные элементы на подложке путем напыления платинового терморезистора с последующим формированием на ней слоя носителя с катализатором. В работах [50, 51] рассмотрен способ изготовления ТКС по кремниевой микротехнологии. По [50] тонкопленочные чувствительные элементы микросенсоров изготавливают вакуумным напылением никеля-платины на тонкую (1,5—2,0 мкм) мембрану из стекла «Пирекс», размещенную на кремниевом кристалле. Методом фотолитографии и последующей специальной обработки формируют терморезистивные чувствительные элементы меандровой формы. В целях защиты чувствительных элементов от агрессивных сред их покрывают тонкой пленкой оксида/нитрида кремния, что значительно повышает их долговечность. Изготовление ТКС включает также стадии нанесения пористого слоя носителя, активируемого солями Pt — Pd.

В [52] исследованы теплотехнические и газочувствительные свойства кремниевых микросенсоров, у которых мембрана сформирована на Si_3N_4 , и показано, что такая структура сенсора обеспечивает низкое энергопотребление (для повышения температуры на 100 К требуется только 12—20 мВт), высокое быстродействие (< 1 мс) благодаря очень низкой теплоемкости (10^{-8} Дж/К) сенсорной структуры. Сенсоры практически линейны при изменении концентрации H_2 и CO до 0,8 % об. доли. Можно надеяться, что групповая планарная технология сможет обеспечить:

1. Получение одновременно большого количества близких по параметрам микросенсоров.

2. Создание малоинерционных, с постоянной времени, исчисляемой миллисекундами, быстродействующих термокаталитических сенсоров, способных проводить детектирование и измерение содержания в воздухе различных опасных газов и паров в широком диапазоне концентраций.

3. Разработку экономичных, высокочувствительных, устойчивых к агрессивным средам, пониженным и повышенным температурам микросенсоров для комплектации портативных газоанализаторов, микрохроматографов, сигнализаторов для индивидуальной и групповой защиты персонала опасных производств и т. п.

В этой связи понятно почему микроэлектронная технология изготовления ТКС становится объектом приложения сил и средств ведущих фирм мира, а основными проблемами, подлежащими решению как и в случае проволочных ТКС, продолжают оставаться способы изготовления идентичных по параметрам, устойчивых к различным воздействиям резисторов, носителей и катализаторов глубокого окисления. С учетом рассмотренных результатов исследований, которые проводятся в Белгосуниверситете, имеются основания считать, что в микроэлектронной технологии изготовления ТКС смогут найти применение предложенные нами методы получения активных в катализе пленочных структур металл-оксид разного состава, характеризующиеся комплексом свойств, полезных для практики.

Авторы признательны академику АН Республики Беларусь Свиридову В. В. за прочтение рукописи и замечания, которые учтены при ее подготовке к опубликованию.

Список литературы

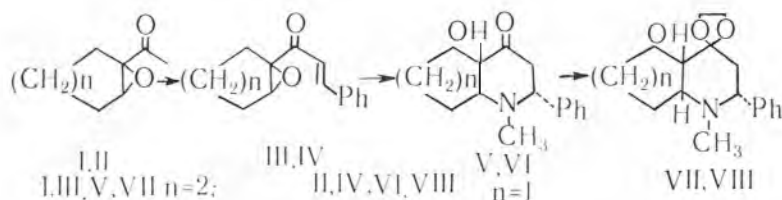
1. Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Мычко Д. И. и др. // Всесоюз. науч. техн. конф. Киев, 1987. С. 49.
2. Щумович В. С. // Аналитические приборы для научных исследований. М., 1983. Вып. 6. С. 1.

3. Мясоедов Б. Ф., Давыдов А. В. // Журн. аналит. хим. 1990. Т. 45. № 7. С. 1259.
4. А. с. 164582 СССР // БИ. 1964. № 16.
5. А. с. 222330 СССР // БИ. 1965. № 23.
6. А. с. 356541 СССР // БИ. 1972. № 32.
7. А. с. 787972 СССР // БИ. 1980. № 46.
8. А. с. 817565 СССР // БИ. 1951. № 12.
9. Зинберова С. Н. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Смоленск, 1991. С. 103.
10. Заявка 2287698. Франция. 1975.
11. Gentry S. J., Walsh P. T. // Sensors and Actuators. 1984. № 5. P. 229.
12. Заявка 2357892. Франция. 1978.
13. Пат. 4077775. США. 1976.
14. Пат. 4303612. США. 1980.
15. Пат. 4416911. США. 1980.
16. Заявка 2816104. ФРГ. 1979.
17. Пат. 1554831. Великобритания. 1979.
18. Заявка 2489961. Франция. 1982.
19. Пат. 6062466. ЕПВ. 1982.
20. Jones M. G., Nevell T. G. // Sensors and Actuators. 1989. № 16. P. 215.
21. А. с. 1024815 СССР // БИ. 1983. № 23.
22. Петрин С. В., Савельев В. А. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Смоленск, 1991. С. 105.
23. Пат. 4447397. США. 1984.
24. А. с. 1161856 СССР // БИ. 1985. № 22.
25. Тарасевич В. Н., Семеновский В. Г. // Тр. II теплотехнической конф. молодых исследователей. Киев, 1963. С. 215.
26. Баран С. В., Трофименко Н. Е., Ратько А. И., Комаров В. С. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Смоленск, 1991. С. 114.
27. Кравченко В. С., Биренберг И. Э., Карпов Е. Ф., Магидсон И. А. // Завод. лаб. 1959. № 12. С. 1448.
28. Щербань А. Н., Фурман Н. И., Самойленко С. М. и др. // Механизация и автоматизация проветривания шахт. Киев, 1965. С. 42.
29. Тарасевич В. Н., Семеновский В. Г. // Вopr. техн. теплофизики. 1969. Вып. 2. С. 131.
30. Jones M. G., Nevell T. G., Honoубougne C. L. // Appl. Catal. 1991. V. 70. № 2. P. 277.
31. Тесленко В. Х., Борисов И. Д., Калинин С. В. // Коррозия и защита скважин, трубопроводов, оборудования и морских сооружений в газовой промышленности: ВНИИ Газпром. 1985. № 6. С. 16.
32. Браницкий Г. А. // Сб. науч. трудов СО АН СССР. Новосибирск, 1990. С. 94.
33. Браницкий Г. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1987. № 3. С. 8.
34. Браницкий Г. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1982. № 3. С. 20.
35. Браницкий Г. А., Мальченко С. Н., Мычко Д. И. // Там же. 1985. № 1. С. 13.
36. Браницкий Г. А., Мычко Д. И., Мальченко С. Н. // Докл. АН БССР. 1984. Т. 28. № 10. С. 914.
37. Браницкий Г. А., Мальченко С. Н., Мычко Д. И. // Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук. 1986. № 2. С. 50.
38. Свиридов В. В., Мальченко С. Н., Браницкий Г. А. и др. // Там же. 1986. № 6. С. 23.
39. Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Ермоленко В. И., Лычковский Ю. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 8.
40. Сидаш Е. В., Мальченко С. Н., Беляцкий В. Н. и др. // Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук. 1988. № 6. С. 31.
41. Мальченко С. Н., Сидаш Е. В., Баран С. В. и др. // Изв. вузов СССР. Химия и хим. технология. 1988. Т. 31. № 7. С. 110.
42. Мальченко С. Н., Баран С. В., Браницкий Г. А. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 3.
43. Баран С. В., Ивановская М. И., Браницкий Г. А., Перов В. М. // Докл. АН БССР. 1992. Т. 36. № 1.
44. Щербань А. Н., Фурман Н. И. Методы и средства контроля рудничного газа (метана). Киев, 1965.
45. Тарасевич В. Н. Металлические терморезистивные преобразователи горючих газов. Киев, 1988.
46. Briot P., Primet M. // Appl. Catal. 1991. V. 68. № 12. P. 301.
47. А. с. 638882 СССР // БИ. 1978. № 47.
48. Стучебников В. М. // Зарубежная микроэлектроника. 1991. № 8. С. 4.
49. Пат. 1536305. ЕПВ. 1978.
50. Nuscheler F. // 2nd Int. Meet. Chemical Sensors. Bourdeaux. France. 1986. P. 230.
51. Хононзон Г. А. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Смоленск. 1991. С. 312.
52. Gall M. // Sensors and Actuators. 1991. № 4. P. 533.

СИНТЕЗ 4-ГИДРОКСИ-2-ФЕНИЛДЕКАГИДРОХИНОЛИН-4-ОНА И 4-ГИДРОКСИ-2-ФЕНИЛОКТАГИДРОПИРИНДИН-4-ОНА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДОВ 1-АЦЕТИЛЦИКЛЕНОВ

2-Арилдекагидрохинолин-4-оны представляют интерес как потенциальные биологически активные вещества [1]. Одним из подходов к синтезу этих соединений является конденсация 1-ацетилциклогексена с ароматическими альдегидами и последующее взаимодействие полученного дивинилкетона с аминами [2]. 4-Гидроксидекагидрохинолин-4-оны до настоящего времени практически не исследованы из-за отсутствия удовлетворительных методов их синтеза. В частности, такого рода соединения были получены аза-перегруппировкой Коупа из 2-цианометиламино-1-этилциклогексанолов [3].

Нами разработан новый метод синтеза 4-гидрокси-2-фенилдекагидрохинолин-4-она V и 4-гидрокси-2-фенилоктагидропириндин-4-она VI, основанный на внутримолекулярном замыкании цикла при действии метилamina на эпоксиеноны III, IV. Последние получены конденсацией эпокси-кетонов I, II с бензальдегидом.



Строение всех полученных соединений подтверждено данными элементного анализа, ИК, ПМР и масс-спектрами. Так, экваториальная ориентация гидроксильной группы относительно пиперидинового цикла следует из сравнения данных ИК спектров кетонов V, VI и их этиленкеталей VII, VIII, где сдвиг полосы валентных колебаний гидроксильной группы связан с изменением характера внутримолекулярной водородной связи [4]. Наблюдаемые значения КССВ между 2-Н и 3-CH₂, а также 8а-Н и 8-CH₂ подтверждают кресловидную конформацию пиперидинового цикла с аксиально ориентированным 2-Н и 8а-Н. Таким образом, соединения V, VII имеют *цис*-сочленение пиперидинового и циклогексанового или цикlopentanового колец, что соответствует общим закономерностям раскрытия оксиранового цикла нуклеофилами [5].

Экспериментальная часть

ИК спектры растворов веществ в CCl₄ (10⁻³ моль/л) сняты на приборе Spekord-75 IP. Спектры ПМР в CDCl₃ получены на спектрометре Bruker WM-360, внутренний стандарт — ГМДС. В масс-спектрах синтезированных соединений, полученных на масс-спектрометре МАТ-311 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ, пики молекулярных ионов отвечают вычисленным молекулярным массам.

2,3-Тетраметилен-2-циннамоилоксиран (III) и 2,3-триметилен-2-циннамоилоксиран (IV). К раствору 0,05 моль эпоксида I, II в 20 мл метанола добавляют 0,04 моль бензальдегида и 2 мл 15 %-го метанольного раствора NaOH. Реакционную смесь выдерживают при температуре 18—20 °С в течение 30 мин, разбавляют 50 %-ным водным метанолом, выпавший продукт отфильтровывают, промывают водой, сушат на воздухе и кристаллизуют из смеси изопропиловый спирт — гексан 1 : 1.

Соединение III, выход 87 %, T_{пл} 46—47 °С. Найдено, %: С 78,7; Н 6,7. C₁₅H₁₆O₂. Вычислено, %: С 78,9; Н 6,6. ИК спектр: 1690, 1620. Спектр ПМР: δ 3,27 (с, 3-Н), 6,97 и 7,71 (дд, 16 Гц, —CH=CH—).

Соединение IV, выход 82 %, $T_{пл}$ 86—87 °С. Найдено, %: С 78,7; Н 6,2. $C_{14}H_{14}O_2$. Вычислено, %: С 78,5; Н 6,5. ИК спектр: 1695, 1620. Спектр ПМР: δ 3,57 (с, 3-Н), 6,82 и 7,60 (дд, 16 Гц, —CH=CH—).

цис-4а(β)-Гидрокси-1-метил-2(α)-фенилдекагидрохинолин-4-он (V) и цис-4а(β)-гидрокси-1-метил-2(α)-фенилоктагидропириндин-4-он (VI). К раствору 0,1 моль соединений III, IV в 100 мл диоксана добавляют 30 мл 30 %-го водного раствора метиламина. Реакционную смесь выдерживают при температуре 20—25 °С в течение 24 ч, растворитель отгоняют при пониженном давлении, остаток растворяют в 100 мл эфира, добавляют 150 мл воды и подкисляют до pH 2 соляной кислотой. Органическую часть отделяют, а водный раствор подщелачивают насыщенным раствором бикарбоната натрия. Выделившийся продукт экстрагируют эфиром, сушат сульфатом натрия, растворитель упаривают, а остаток кристаллизуют из смеси бензол — гексан 1 : 5.

Соединение V, выход 85 %, $T_{пл}$ 68—69 °С. Найдено, %: N 5,5. $C_{16}H_{21}NO_2$. Вычислено, %: N 5,4. ИК спектр: 3490, 1710. Спектр ПМР: 1,33—1,50 (м, 2H); 1,61—2,00 (м, 5H); 1,98 (с, 1—CH₃); 2,15 (с, 8a—H); 2,40—2,48 (м, 1H); 2,50 (д.д, 14,0 Гц, 3,5 Гц, 3—Hβ); 2,95 (д.д, 14,0 Гц, 12,0 Гц, 3—Hα); 3,31 (д.д, 12,0 Гц, 3,5 Гц, 2—Hβ); 7,21—7,39 (м, 5H_{аром}).

Соединение VI, выход 85 %, $T_{пл}$ 54—55 °С. Найдено, %: N 5,4. $C_{15}H_{19}NO_2$. Вычислено, %: N 5,7. ИК спектр: 3500, 1720. Спектр ПМР: δ 1,68—1,80 (м, 1H); 1,98 (с, 1—CH₃); 2,02—2,16 (м, 4H); 2,38—2,46 (м, 1H); 2,51 (д.д, 14 Гц, 3,0 Гц, 3—Hβ); 2,62 (с, 7a—H); 3,00 (д.д, 14 Гц, 12 Гц, 3—Hα); 3,36 (д.д, 12 Гц, 3 Гц, 2—Hβ); 7,24—7,36 (м, 5H_{аром}).

Этиленкетали VII, VIII. К раствору соединений V, VI в 50 мл бензола добавляют 10 мл этиленгликоля и 1,5 г *n*-толуолсульфокислоты. Реакционную смесь кипятят в приборе с ловушкой Дина — Старка в течение 40 мин, разбавляют 200 мл хлористого метилена и подщелачивают раствором бикарбоната натрия. Органическую часть отделяют, сушат сульфатом натрия, растворитель отгоняют, а остаток кристаллизуют из гексана.

Соединение VII, выход 92 %, $T_{пл}$ 100—101 °С. Найдено, %: N 4,49. $C_{18}H_{25}NO_3$. Вычислено, %: N 4,62. ИК спектр: 3575.

Соединение VIII, выход 63 %, $T_{пл}$ 77—78 °С. Найдено, %: N 4,51. $C_{17}H_{23}NO_3$. Вычислено, %: N 4,65. ИК спектр: 3570.

Список литературы

1. Соколов Д. В., Пралнев К. Д., Есеналиев М. З. и др. // Хим.-фарм. журн. 1977. Т. 11. № 5. С. 81.
2. Baliah V., Natarajan A. // Indian J. Chem. Sect. B. 1981. V. 20. B. P. 830.
3. Jacobsen Jon E., Levin J., Overman E. L. // Journ. Am. Chem. Soc. 1988. V. 110. P. 4329.
4. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонак А. М. // ХГС. 1975. № 5. С. 670.
5. Murphy D. K., Alumbaugh R. L., Rikborn B. // Journ. Am. Chem. Soc. 1969. V. 91. P. 2649.

УДК 547.458.81

О. В. ЗУБЕЦ, М. В. ШИШОНОК,
Е. В. ГЕРТ, Ф. Н. КАПУЦКИЙ

АЗОТНОКИСЛЫЙ ВАРИАНТ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ II ИЗ НАТИВНОГО ВОЛОКНА

К концу 50-х гг. за рубежом началось интенсивное развитие производства и многоцелевое использование целлюлозы (Ц) в качественно новой, коллоидной, форме — микрокристаллической. Микрокристаллическую целлюлозу (МКЦ) выделяют из нативной Ц частичным гидролизом разбавленными минеральными кислотами до так называемой пре-

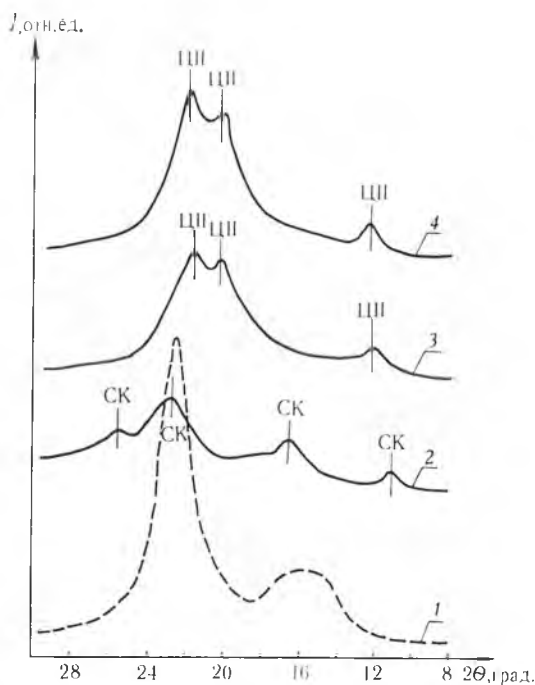


Рис. 1. Рентгенодифрактограммы образцов: волокнистой Ц (1); продукта взаимодействия волокнистой Ц с 68 %-й HNO_3 —СК (2); Ц II, регенерированной водой из СК (3); МКЦ II, выделенной гидролизом из Ц II (4)

дельной степени полимеризации (СП), определяемой размерами плотных участков волокна — кристаллитов. При этом происходит удаление аморфной связующей и Ц переходит в порошковое состояние. Характерной особенностью МКЦ, определяющей ее физические и потребительские свойства, а следовательно, и практическую значимость, является то, что она состоит изглоподобных высококристаллических агрегатов макромолекул, дезинтеграция которых в полярных жидкостях приводит к возникновению устойчивых гелей [1]. Благодаря этому качеству МКЦ находит широкое применение в различных отраслях промышленности как наполнитель, загуститель, стабилизатор, носитель активного начала [2]. Подобного свойства лишена порошковая Ц, получаемая путем механоразмола.

Очевидно, что фазовое состояние, СП и дисперсность частиц МКЦ относятся к числу основных параметров, влияющих на ее гелеобразующую и сорбционную способность, а следовательно, и на потребительские качества. Наиболее распространенным приемом улучшения гидрофильных свойств Ц является мерсеризация, т. е. перевод структуры Ц I в структуру Ц II, называемую гидратцеллюлозой [3]. В результате обработки волокна раствором гидроксида натрия образуется щелочная Ц, последующее разрушение которой водой вызывает трансформацию кристаллической решетки нативной Ц (Ц I) в решетку Ц II. Естественно ожидать и от МКЦ II проявления лучших гидрофильных и, соответственно, гелеобразующих свойств по сравнению с МКЦ I. Исходя из того, что кристаллиты Ц II меньше кристаллитов Ц I [4], логично полагать, что гидролитическое расщепление полимера со структурой Ц II должно приводить к МКЦ с повышенной степенью дисперсности. Однако применение для получения МКЦ II и щелочных (мерсеризация), и кислотных (гидролиз) реагентов, необходимость промежуточной промывки или нейтрализации мерсеризованного полимера сильно усложнили бы процесс. В этой связи мы предлагаем выделять МКЦ из нативных волокон древесной Ц по кислотной схеме, используя давно известную и незаслуженно забытую специфику взаимодействия Ц с азотной кислотой, способной при определенной концентрации выполнять роль «мерсеризирующего агента» [5].

Эксперименты проводили на сульфатной Ц (СП=800) с использованием азотной кислоты марки «осч». Рентгенодифракционный контроль осуществляли на приборе ДРОН-2,0 (Си К α -излучение, Ni — фильтр). Условия подготовки всех образцов (прессованные таблетки) и их съемки были идентичными. Водоудерживающую способность (ВУС) оценивали по [6]. Сорбционные свойства определяли согласно [7]. Образцы для записи ИК спектров (прибор Specord 75-IR) готовили по методике [8]. Поскольку исследуемые образцы МКЦ представляли различные полиморфные модификации Ц, то индекс кристалличности оценивали не по рентгенограммам, а из соотношения интенсивностей полос поглощения

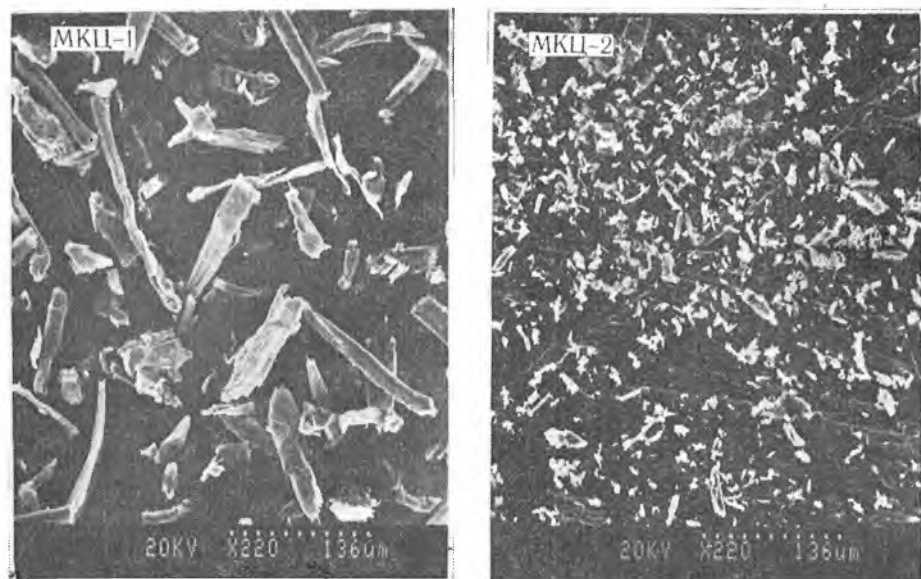


Рис. 2. Растровые электронные микрофотографии:
МКЦ I (а); МКЦ II (б)

1372 см^{-1} и 2900 см^{-1} ИК спектра, согласно [9]. Данные растровой электронной микроскопии (прибор Hitachi S-520) использовали для построения дифференциальных кривых распределения частиц МКЦ по размерам (образцы металлизировали золотом в газопламенном разряде). С помощью фотоколориметра Радуга 2Б оценивали степень белизны препаратов.

Основная идея данного подхода вытекает из особенности взаимодействия Ц с азотной кислотой концентрации 67—69 %, результатом которой является глубокая перестройка фазовой структуры волокна без нарушения его целостности. Эту закономерность впервые обнаружил Кнехт еще в 1904 г. [10]. Им было установлено, что азотная кислота способна присоединяться к Ц с формированием сорбционного соединения стехиометрического состава $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \cdot \text{HNO}_3$, получившего впоследствии имя первооткрывателя. При контакте с водой «соединение Кнехта» (СК), подобно щелочной Ц, легко разлагается с образованием Ц II (рис. 1). Таким образом, физическая сущность перехода нативной Ц к ее гидратированной форме под действием раствора гидроксида натрия и азотной кислоты одна и та же [11], хотя некоторые характеристики конечного продукта (Ц II) зависят от типа используемого реагента. Например, при кислотном варианте получения Ц II имеет место большая деполимеризация и декристаллизация исходного материала. Отличительной особенностью этого варианта является также небольшая (всего несколько минут) продолжительность обработки, достаточная для достижения желаемого эффекта. В процессах переработки Ц, протекающих в кислых средах, предпочтительней, разумеется, «кислотная мерсеризация». Ее использование предельно упрощает схему получения МКЦ II из нативной Ц, которая сводится к следующему. Полимер обрабатывают в течение 2—5 мин 67—69 %-й азотной кислотой и отжимают приблизительно до двухкратного привеса. К набухшей Ц добавляют воду в количестве, необходимом для образования разбавленного (1—3н) раствора из кислоты, сорбированной волокном. Далее, нагревая систему, проводят гидролитическое расщепление волокна до порошкообразной массы. Перечисленные операции обеспечивают быстрое получение МКЦ II, исходя из Ц I (см. рис. 1).

На рис. 2, а представлены растровые электронные микрофотографии частиц МКЦ I и МКЦ II, полученных из одной и той же Ц, в одинаковом

Некоторые характеристики образцов МКЦ

Образец МКЦ	Индекс кристалличности	ВУС, %	Количество сорбированного йода, мг I ₂ /г цел.	СП	Степень белизны, %
МКЦ II до предлагаемой схемы	0,46	81	151,0	40	98
МКЦ I	0,61	48	18,2	170	95
МКЦ I («LT» ЧСФР)	0,60	49	57,2	180	90
МКЦ I («FND» Германия)	0,62	43	18,8	180	95

режиме гидролиза. Уже из чисто качественного сравнения снимков видно, что введение простой и непродолжительной операции структурной модификации полимера 68,5 %-й азотной кислотой позволяет существенно повысить дисперсность и однородность частиц МКЦ (рис. 2, б). Согласно расчетам, размеры примерно 65 % частиц МКЦ II не превышают 5 мкм.

В таблице приведены некоторые показатели МКЦ II в сравнении с характеристиками параллельно полученной из той же Ц МКЦ I и образцов МКЦ I зарубежных фирм. Как видим, МКЦ II отличается от других препаратов пониженной кристалличностью и СП. Существенно выше у нее оказываются водоудерживающая и, в особенности, сорбционная способность. Операция превращения нативной структуры в форму гидратцеллюлозы приводит также и к некоторому возрастанию степени белизны.

Рассматриваемый способ получения МКЦ II хорошо вписывается, на наш взгляд, в существующие химико-технологические процессы перевода Ц в микрокристаллическое состояние, позволяет, используя всего лишь один реагент, без введения каких-либо дополнительных компонентов и воздействий получать высокодисперсный, однородный порошковый материал с повышенными гидрофильностью и сорбционной способностью.

Список литературы

1. Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байклза, Л. Сегала. М., 1974. Т. 2. С. 412.
2. Целлюлоза в форме порошка: Аннотированный указатель литературы. Фрунзе, 1986.
3. Кленкова Н. И. // Структура и реакционная способность целлюлозы. М., 1976. С. 188.
4. Takahashi Masae, Takenaka Haruko // Journ. Soc. Fiber Sci. and Technol. 1980. V. 36. № 5. P. 75.
5. А. с. 1481234 СССР // БИ. 1989. № 19.
6. Шишонок М. В., Герт Е. В., Капуцкий Ф. Н., Сташенок З. В. // Химия древесины. 1982. № 1. С. 38.
7. Aziz K., Amin Abou-Stat M. // Cellul. Chem. and Technol. 1974. V. 8. № 5. P. 443.
8. Методы исследования целлюлозы / Под ред. В. П. Карливаня. Рига, 1981. С. 32.
9. Nelson S. L., O'Connor R. T. // Journ. Appl. Polim. Sci. 1964. V. 8. P. 1325.
10. Knecht E. // Ber. 1904. № 37. P. 549.
11. Шишонок М. В., Герт Е. В., Филанчук Т. И., Капуцкий Ф. Н. // Журн. прикл. химии. 1987. № 5. С. 1153.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ СУЛЬФАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЦЕСС ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ГИПОФОСФИТНЫХ РАСТВОРОВ

Известно [1], что сульфамат-ионы в растворах электрохимического осаждения никеля способствуют снижению внутренних напряжений никелевых покрытий. Проблема снижения внутренних напряжений, увеличения пластичности и механической прочности никелевых покрытий актуальна и при получении их методом химического осаждения из растворов, особенно в варианте получения функциональных никелевых рисунков на гибких диэлектрических подложках больших габаритов. В связи с этим представляет интерес выяснение характера влияния сульфамат-ионов на процессы химического осаждения никеля и свойства получаемых покрытий.

В качестве исходного раствора (раствора сравнения) был использован раствор химического никелирования, содержащий моль/л: хлорид никеля — $6 \cdot 10^{-2}$, хлорид аммония — $9 \cdot 10^{-1}$, ацетат натрия — $7 \cdot 10^{-2}$, гипофосфит натрия — $2,8 \cdot 10^{-1}$. Исследуемый раствор отличался от исходного только природой аниона соли никеля (использовали сульфаминовокислый никель «хч»). В качестве подложек использовали стеклянные пластинки либо лавсан, активированные по методике [2], и медную фольгу.

Количественное определение осаждающегося никеля осуществляли сравнением его в разбавленной (1:1) азотной кислоте с последующим титрованием по методике [3]. Отклонения получаемых данных от среднего значения не превышали 10 %.

Для определения механической прочности покрытий использовали метод истирания согласно ОСТ-03-1901-78. Коэффициент отражения измеряли с помощью блескомера ФБ-2. В качестве эталона использовали серебряное зеркало. Контроль за изменением фазового состава покрытий, исходных и термообработанных при 250—400 °С, осуществляли с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре «ДРОН-3». Для этих целей использовали и метод сканирующей калориметрии. Скорость нагревания образцов в ячейке DS C-20 термоанализатора ТА-3000 фирмы «Mettler» в интервале температур 25—500 °С составляла 10 град/мин. Прогрев осуществлялся в стационарной воздушной атмосфере и атмосфере аргона. Содержание фосфора в покрытии анализировали атомно-эмиссионным методом с помощью

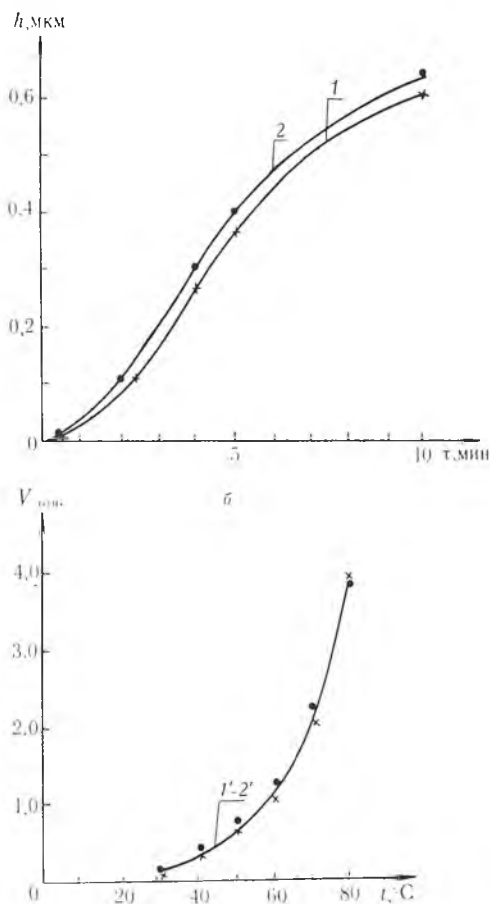


Рис. 1. Зависимость толщины покрытия Ni—P от времени осаждения (а) и скорости осаждения никеля от температуры (б) из растворов, содержащих хлорид никеля (1, 1') и никель-сульфаминовокислый (2, 2')

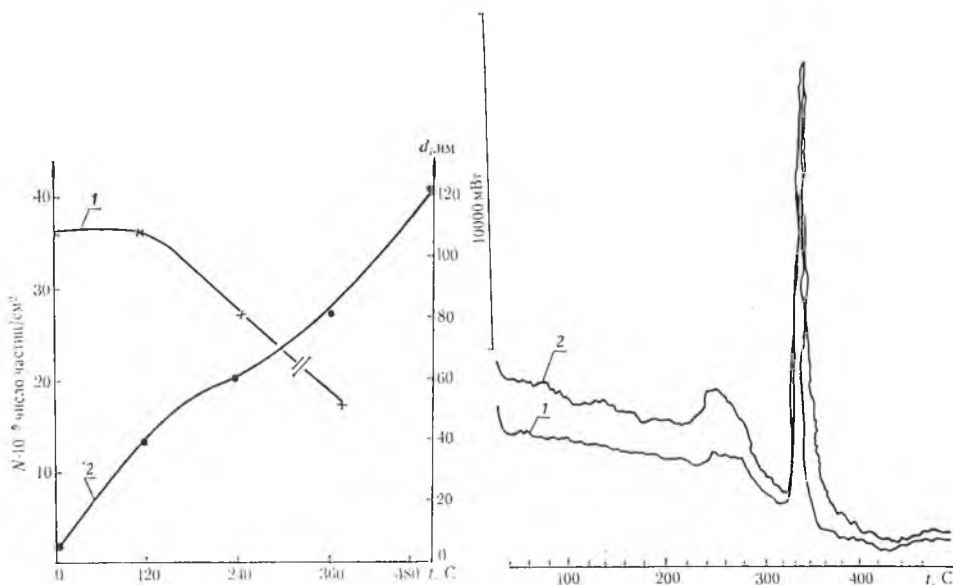


Рис. 2. Зависимость среднего количества (N) частиц никеля (1) и диаметра (d) среднего по размеру зерна (2) от времени осаждения из раствора, содержащего никель-сульфаминовокислый

Рис. 3. Кривые дифференциальной сканирующей калориметрии Ni—Р покрытия, полученного из раствора, содержащего хлорид никеля (1) и никель-сульфаминовокислый (2)

кварцевого спектрографа ИСП-28. Изучение микрорельефа поверхности и особенностей формирования покрытий проводили с использованием микроскопа ЭМВ-100 ЛМ.

Установлено, что введение сульфат-ионов в гипофосфитный раствор химического никелирования практически не влияет на скорость осаждения никеля и величину индукционного периода реакции (рис. 1), а также не оказывает заметного влияния на удельное электрическое сопротивление никелевых покрытий, величина которого определяется в основном толщиной покрытия и условиями его термообработки [4].

В то же время введение сульфат-ионов приводит к увеличению коэффициента отражения (на 5—10 %) покрытия и его механической прочности — прочность к истиранию возрастает в 1,5—2 раза.

Результаты электронно-микроскопического исследования формирования микрорельефа поверхности никелевых пленок показывают, что при использовании сульфат-содержащего раствора химического никелирования наблюдается более узкое распределение зерен никеля по размерам (при одинаковых температуре и времени осаждения пленки) по сравнению с исходным раствором. Если в растворе присутствуют сульфат-ионы, средние размеры зерен никеля составляют 35—40 нм при их общей концентрации $3,5 \cdot 10^{10}$ см $^{-2}$ на пленках толщиной 0,1 мкм. С ростом толщины пленки до 0,5 мкм размеры зерен увеличиваются до 120 нм при одновременном уменьшении их общей концентрации (рис. 2). Если сульфат-ионы отсутствуют в растворе, средние размеры зерен при толщине пленки никеля 0,5 мкм достигают 250 нм. Из полученных данных следует, что в присутствии сульфат-ионов рост зерен никеля кинетически заторможен, по-видимому, вследствие его ингибирующего действия, в то время как в отсутствие сульфат-ионов в растворе химического никелирования соотношение между скоростью зародышеобразования и ростом частиц изменяется в пользу преимущественного увеличения скорости роста зерен. Следствием этого является формирование менее однородных по микроструктуре пленок.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что свежесосажден-

ные никелевые покрытия, полученные из обоих исследовавшихся растворов химического никелирования, рентгеноаморфны. Согласно данным атомно-эмиссионного анализа, эти покрытия содержат 5,5—5,7 вес. % фосфора. Нагревание пленок в атмосфере аргона с постоянной скоростью приводит, согласно данным ДСК (рис. 3), к появлению размытого пика в интервале температур 240—270 °С, связанного, по-видимому, с удалением водорода, адсорбированного по границам зерен покрытий. При дальнейшем повышении температуры до 330 °С и выше начинается кристаллизация сплава никель — фосфор, характеризующаяся экзотермическим эффектом, максимум которого в обоих случаях приходится на 338 °С.

Сопоставление результатов ДСК и рентгенографического исследования приводит к заключению, что наблюдаемый экзотермический эффект при 338 °С соответствует выделению фазы Ni_3P и не зависит от состава исследуемого раствора.

Таким образом, использование в составе исследованных растворов химического никелирования сульфаминовокислого никеля вместо хлорида никеля не оказывает существенного влияния на скорость осаждения никеля, величину индукционного периода реакции, концентрацию соосаждающегося фосфора и величину удельного электрического сопротивления никелевых покрытий, но способствует образованию более блестящих, механически более прочных и однородных по микроструктуре покрытий.

Список литературы

1. Езыкян А. Я., Кукоз Ф. И., Садаков Г. А. // Физика конденсированных сред: Тр. Новочеркас. политех. ин-та. 1975. Т. 3. 28. С. 103.
2. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Браницкий Г. А., Соколов В. Г. // Конф. по теорет. основам техн. нанесения хим. покрытий из металлов и сплавов. Киев, май 1988: Тез. докл. Киев, 1988. С. 14.
3. ОСТ 4 ГО.054.076. Покрытия металлические и неметаллические (неорганические).
4. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Соколов В. Г. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1. С. 28.

УДК 621.357.8:669.716.9

В. В. КОЛЕДА, А. А. КАЗАКОВ, Г. Л. ЩУКИН

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ АНОДНЫХ ПЛЕНОК ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ИХ ТОЛЩИНУ

Одним из перспективных направлений электрохимической обработки алюминия является получение с помощью переменного тока композитных анодных покрытий, представляющих собой оксид алюминия с введенными компонентами различной химической природы. Это позволяет получать окрашенные покрытия, обладающие высокой коррозионной стойкостью, механической прочностью и декоративным внешним видом. Одним из способов получения таких композитных покрытий является анодирование алюминия в сернокислых электролитах, содержащих сульфаты различных металлов. В результате проведенного исследования установлено [1], что введение в электролит анодирования некоторых сульфатов металлов приводит к образованию анодного оксида (АО), содержащего сульфид соответствующего металла, который осаждается в порах оксида.

В данной работе рассмотрены особенности формирования переменным током анодных оксидных пленок (АОП), окрашенных в зеленый цвет, в электролите, содержащем серную кислоту и сульфат меди. Изучено влияние температуры электролита анодирования, величины клеммового напряжения, продолжительности анодирования и состава электролита на толщину формирующегося оксида.

Для исследования использовали пластины 0,1 дм² из алюминия А-0

(99,6 %), АД-1М (99,3 %) и сплавов АМГ (присадки Mg — 2,0—2,8 %, Mn — 0,2—0,6 %), АМЦ (присадка Mn — 1,0—1,6 %). Подготовка поверхности образцов включала обезжиривание в органическом растворителе (ацетон, хлороформ и др.) с последующей обработкой в 6 %-ном растворе NaOH при 60—80 °С в течение 1—2 мин и обработку в 40 %-ном растворе азотной кислоты при комнатной температуре в течение 30—60 с. Перед каждой последующей операцией электроды промывали последовательно холодной проточной и дистиллированной водой. Модифицированные АОП получали при анодировании алюминия и его сплавов синусоидальным током (50 гц) в водных электролитах, содержащих от 20 до 400 г/л H_2SO_4 и от 0,01—1,0 г/л $CuSO_4$. Напряжение во время электрохимической обработки поддерживали постоянным при помощи автотрансформатора АЛ-2500 и фиксировали вольтамперметром переменного тока магнитоэлектрической системы Ц-4360. Противоелектродами служили пластины алюминия. Температуру электролита поддерживали постоянной с помощью ультратермостата УТ-15. Для избежания местного перегрева электролит в процессе анодирования перемешивали электромеханической мешалкой. Толщину АОП определяли методом поперечного шлифа с помощью микроинтерферометра МИИ-4.

Для исследования влияния условий формирования анодных пленок оксида алюминия использовали метод математического планирования эксперимента.

Исследовали влияние температуры процесса, приложенного клеммового напряжения, продолжительности анодирования, концентрации серной кислоты и концентрации модифицирующей добавки ($CuSO_4$) на толщину образующегося оксидного покрытия. С учетом литературных данных по получению анодных оксидных покрытий на алюминии [2—5] выбрана область изменения параметров проведения процесса: температура 10—50 °С, клеммовое напряжение 5—50 В, продолжительность анодирования 10—90 мин, концентрация H_2SO_4 20—400 г/л, концентрация $CuSO_4$ 0,01—1,0 г/л.

Для выбора метода планирования эксперимента и определения границ изменения факторов было проведено предварительное исследование, которое выявило существенную нелинейность зависимостей толщины АОП от температуры электролита анодирования, приложенного клеммового напряжения и времени анодирования. Зависимости же толщины покрытия от концентрации H_2SO_4 и $CuSO_4$ хорошо аппроксимируются линейной функцией. Кроме того, установлено, что формирование модифицированных АОП при одинаковых режимах электролиза происходит качественно одинаково на поверхности всех изучавшихся в данной работе образцов алюминия А-0, АД-1М и сплавов АМГ, АМЦ.

Для математического описания изучавшегося процесса использовали метод ортогонального центрального композиционного планирования эксперимента, что позволяет описать поверхность отклика полиномом второй степени и выявить влияние каждого из указанных факторов и эффектов взаимодействия.

Параметром оптимизации выбрана толщина образующегося АО алюминия (Y), которая рассматривалась в зависимости от пяти значимых факторов: Z_1 — температура электролита анодирования (°С); Z_2 — приложенное клеммовое напряжение (В); Z_3 — время анодирования (мин); Z_4 — концентрация серной кислоты (г/л); Z_5 — концентрация модифицирующей добавки (сульфата меди, г/л).

На основании априорной информации в качестве верхнего уровня факторов были приняты $Z_1 = 35$ °С, $Z_2 = 40$ В, $Z_3 = 60$ мин, $Z_4 = 400$ г/л, $Z_5 = 1,0$ г/л. В качестве нижних уровней — $Z_1 = 10$ °С, $Z_2 = 10$ В, $Z_3 = 20$ мин, $Z_4 = 50$ г/л, $Z_5 = 0,05$ г/л. Выбранные интервалы изменения факторов обусловлены следующим. Повышение температуры электролита выше 35 °С ведет к интенсивному растворению анодного оксида, а проведение процесса при низких температурах (ниже 10 °С) требует

Основные характеристики плана эксперимента
(звездное плечо $\alpha^2=2,39$)

Характеристика	Z_1 , °C	Z_2 , В	Z_3 , мин	Z_4 , г/л	Z_5 , г/л
Основной уровень	22,5	25	40	225	0,525
Интервал варьирования	8,0	10	13	113	0,307

специального оборудования, что делает маловероятным промышленное осуществление процесса. Анодирование алюминия и его сплавов переменным током при клеммовом напряжении выше 40 В вызывает прогар АОП вследствие выделения большого количества джоулева тепла, что приводит к моментальному отслоению анодного покрытия. При напряжении анодирования ниже 10В образуются АОП с малыми значениями толщины, не представляющие практического интереса, а при напряжении ниже 5В пленка вообще не образуется. Ограничение верхнего уровня изменения времени анодирования 60 мин обусловлено тем, что с дальнейшим увеличением продолжительности электролиза возрастает скорость растворения АОП в сернокислом электролите. Уменьшение времени анодирования ниже 20 мин ведет к образованию тонких оксидных покрытий. Верхний уровень концентрации H_2SO_4 был выбран равным 400 г/л, так как известно [4], что при дальнейшем увеличении содержания H_2SO_4 электропроводность электролита уменьшается и как следствие этого замедляется процесс анодирования. Низкая концентрация H_2SO_4 в электролите (ниже 50 г/л) приводит к уменьшению растворяющей способности электролита, т. е. к образованию беспористых пленок, что, в свою очередь, влечет за собой уменьшение скорости роста пленки ниже допустимого предела. Увеличение концентрации $CuSO_4$ выше 1 г/л вызывает выделение металлической меди на поверхности АО, которая блокирует дальнейший рост пленки.

При проведении эксперимента задавались условия, приведенные в таблице.

С целью уменьшения числа опытов эффектами взаимодействия выше второго порядка пренебрегли. В связи с этим в качестве ядра плана ортогонального ЦКП была использована полуреплика от плана ПФЭ (полного факторного эксперимента) 2^{5-1} с генерирующим соотношением $X_5 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$, обеспечивающая несмешанные оценки линейных эффектов и эффектов парного взаимодействия [6, 7].

По полученным экспериментальным данным с помощью стандартной программы регрессионного анализа на ЭВМ СМ-4 были рассчитаны коэффициенты уравнения регрессии. Математическая модель (после исключения незначимых коэффициентов), адекватно описывающая процесс анодирования алюминия током переменной полярности в сернокислом электролите, содержащем $CuSO_4$, имеет вид (кодированная форма):

$$\begin{aligned}
 Y = & 25,9 - 3,18X_1 + 15,6X_2 + 1,37X_4 + 9,29X_5 - 1,76X_1^2 + \\
 & + 2,84X_2^2 - 2,60X_3^2 - 2,63X_1X_2 + 1,88X_1X_3 - 1,38X_1X_4 - \\
 & - 5,63X_1X_5 - 1,38X_2X_4 + 5,63X_2X_5 - 5,88X_3X_4 + 1,38X_4X_5.
 \end{aligned} \quad (1)$$

Наличие квадратичных значимых эффектов (температура, напряжение, время) подтверждает нелинейный характер зависимостей выходного параметра от указанных факторов. Наличие значимых эффектов взаимодействия (температура — напряжение, температура — время, температура — концентрация H_2SO_4 , температура — концентрация $CuSO_4$, напряжение — концентрация H_2SO_4 , напряжение — концентрация $CuSO_4$, время — концентрация H_2SO_4 и концентрация H_2SO_4 — концентрация

CuSO_4) указывает на сложный, взаимообусловленный характер влияния параметров на процесс формирования АОП, что не позволяет адекватно описать процесс получения модифицированных анодных покрытий током переменной полярности на основании однофакторных зависимостей.

Приравнивая частную производную выходного параметра по времени нулю, получаем граничные условия процесса образования анодного покрытия, за которыми скорость растворения последнего превышает скорость его образования:

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = -5,20X_3 + 1,88X_1 - 5,88X_4 = 0, \quad (1-1)$$

$$\text{или } X_3 = 0,36X_1 - 1,13X_4. \quad (1-2)$$

Из модели временной границы области образования покрытия (1-2) следует, что соотношение скоростей образования и растворения АО определяется температурой электролита и концентрацией H_2SO_4 . Причем повышение температуры электролита увеличивает время, необходимое для получения покрытия максимальной толщины, а увеличение концентрации H_2SO_4 — сокращает.

Методом Гаусса — Зейделя на ЦВМ из уравнения (1) получены условия проведения процесса анодирования, соответствующие получению покрытия максимальной толщины: $t = 10^\circ\text{C}$, $U = 340 \text{ В}$, $\tau = 20 \text{ мин}$, $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 400 \text{ г/л}$, $C_{\text{CuSO}_4} = 1,0 \text{ г/л}$.

С целью изучения влияния указанных факторов и значимых эффектов взаимодействия на основании математической модели (1) при оптимальных условиях получены частные модели (II — IX):

$$Y \begin{cases} X_3 = -1,546 \\ X_4 = +1,546 \\ X_5 = +1,546 \end{cases} = 53,51 - 16,9X_1 + 22,2X_2 - 2,63X_1X_2 - 1,76X_1^2 + 2,84X_2^2, \quad (\text{II})$$

$$Y \begin{cases} X_2 = +1,546 \\ X_4 = +1,546 \\ X_5 = +1,546 \end{cases} = 86,8 - 18,1X_1 - 9,08X_3 + 1,88X_1X_3 - 1,76X_1^2 - 2,60X_3^2, \quad (\text{III})$$

$$Y \begin{cases} X_2 = +1,546 \\ X_3 = -1,546 \\ X_5 = +1,546 \end{cases} = 78 - 18,8X_1 + 10,5X_4 - 1,38X_1X_2 - 1,76X_1^2, \quad (\text{IV})$$

$$Y \begin{cases} X_2 = +1,546 \\ X_3 = -1,546 \\ X_4 = +1,546 \end{cases} = 64 - 12,3X_1 + 20,1X_5 - 5,65X_1X_5 - 1,76X_1^2, \quad (\text{V})$$

$$Y \begin{cases} X_1 = -1,546 \\ X_3 = -1,546 \\ X_5 = +1,546 \end{cases} = 52,5 + 28,4X_2 + 14,7X_4 - 1,38X_2X_4 + 2,84X_2^2, \quad (\text{VI})$$

$$Y \begin{cases} X_1 = -1,546 \\ X_3 = -1,546 \\ X_4 = +1,546 \end{cases} = 44,3 + 17,6X_2 + 20,1X_5 + 5,65X_2X_5 + 2,84X_2^2, \quad (\text{VII})$$

$$Y \begin{cases} X_1 = -1,546 \\ X_2 = +1,546 \\ X_5 = +1,546 \end{cases} = 105 - 2,90X_3 + 3,50X_4 - 5,90X_3X_4 - 2,60X_3^2, \quad (\text{VIII})$$

$$Y \begin{cases} X_1 = -1,546 \\ X_2 = +1,546 \\ X_3 = -1,546 \end{cases} = 62 + 10,5X_4 + 26,7X_5 + 1,38X_4X_5. \quad (\text{IX})$$

Таким образом, выполненное исследование позволило выбрать оптимальные условия проведения процесса, обеспечивающие получение по-

крытий максимальной толщины; установить влияние температуры электролита, клеммового напряжения, продолжительности анодирования, концентраций H_2SO_4 и CuSO_4 и парных эффектов взаимодействия на толщину формирующегося оксидного покрытия. Показано, что во всей исследованной области изменения указанных факторов увеличение клеммового напряжения и концентраций H_2SO_4 и CuSO_4 приводит к росту предельно достижимых значений толщины анодного покрытия, а повышение температуры электролита — к снижению. Зависимость толщины АОП от продолжительности анодирования имеет сложный характер. При увеличении продолжительности анодирования до некоторой величины (которая определяется остальными параметрами процесса) происходит рост толщины АО, при дальнейшем увеличении времени обработки толщина анодного покрытия постепенно снижается.

Список литературы

1. Коледа В. В., Шуккин Г. Л., Свиридов В. В., Беланович А. Л. // Защита металлов. 1984. № 5. С. 795.
2. Юнг Л. Анодные оксидные пленки. Л., 1967.
3. Мардилович П. П., Коледа В. В., Шуккин Г. Л., Свиридов В. В. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 1. С. 30.
4. Анодные окисные покрытия на металлах и анодная защита. Киев., 1985.
5. Каре Т. М. // Trans. Inst. Metal Finishing. 1968. № 46. P. 44.
6. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М., 1985.
7. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента. М., 1969.



УДК 574.475(28)

В. А. БАБИЦКИЙ

ДОННАЯ МЕЙОФАУНА ОЗЕР, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АВАРИИ НА ЧАЭС

На современном этапе вопросы путей миграции и включения радионуклидов в пищевые сети водоемов, подвергнувшихся радиоактивному загрязнению, изучены крайне недостаточно. Разумеется, в таких водоемах наблюдениям подобного рода должны предшествовать широкие гидробиологические исследования за различными популяциями и сообществами организмов. Донная мейофауна является составной частью единого донного сообщества беспозвоночных, принимающих участие в переносе радионуклидов из толщи воды в донные осадки по схеме: вода — живые организмы — грунты. Благодаря роющей деятельности основной массы донных животных происходит миграция радионуклидов в более глубокие слои седиментов.

Цель настоящей работы — изучить количественное развитие и стратификацию в толще донных отложений организмов мейобентоса в некоторых озерах Гомельской обл., подвергнувшихся загрязнению радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Материал и методика

Исследования проводили в июле 1991 г. на высокоэвтрофном оз. Ревучее и слабоэвтрофных озерах Риславское и Святское. Первое озеро характеризуется относительно большой площадью (20 га), открытостью и небольшими глубинами (максимальная до 2,5 м). Небольшие по площади и относительно глубокие озера Риславское (7,6 га, макс. глубина около 7 м) и Святское (7,9 га, макс. глубина 11 м) расположены в котловинах, берега их частично или полностью покрыты лесом. Узкая песчаная в значительной степени заиленная литораль переходит в крутой склон. Указанные факторы благоприятствуют образованию в этих двух озерах термальной стратификации и слоя сероводорода в гипolimнионе. Пробы мейобентоса отбирали в литоральной (заиленный песок) и профундальной (илы) зонах озер стратометром, сконструированным в Проблемной НИЛ гидроэкологии БГУ. Специальное приспособление позволяет фракционировать колонку грунта (площадь поперечного сечения 9,61 см²), заключенную в стратометре, на отрезки заданной высоты. В данном случае высота отдельных слоев составляла 1 см. На каждой станции отбиралось по 5—7 колонок, что существенно повышало достоверность полученных данных. Сбор и обработку материалов проводили по методике [1].

Результаты и их обсуждение

Таксономический состав мейобентических животных в период проведения исследований не отличался высоким разнообразием (табл. 1). В озерах Ревучее, Риславское и Святское зарегистрировано всего 8, 3

Таблица 1

**Таксономический состав мейофауны
на разных станциях и глубинах в озерах**

Таксоны	оз. Ревучее			оз. Риславское		оз. Святское	
	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 3	ст. 1	ст. 6	ст. 3
	0,5 м	1,0 м	2,5 м	0,5 м	5,6 м	1,5 м	12,0 м
Rhizopoda	—	+	+	—	—	+	—
Nematoda	+	+	+	+	—	+	—
Oligochaeta	+	+	+	+	—	+	—
Chydoridae	+	—	—	—	—	—	—
Ostracoda	+	+	—	—	—	—	—
Cyclopidae	+	—	—	—	—	—	—
Ostracoda	+	+	+	+	—	+	—
Chironomidae	+	—	—	—	—	—	—
Tardigrada	+	+	+	+	—	+	—

и 4 таксона разного систематического ранга. Общими для всех озер оказались нематоды, олигохеты и личинки хирономид. Собственно в озерах Риславское и Святское мейофауна была представлена только этими группами, к которым в последнем озере можно добавить представителей микробентосараковинных амев из р. Diffugia. Особо следует отметить бедность фауны бентосных кладоцер из семейства Chydoridae. Например, если в озерах Нарочанской группы зарегистрировано 24 вида [2], то в оз. Ревучее только 2 — Chydorus sphaericus и Alonella nana. В двух других озерах хидориды вообще не встречены. Столь низкое видовое разнообразие хидоридных кладоцер в исследованных водоемах можно объяснить тем, что как наибольшее число видов, так и количественное развитие этих рачков наблюдается, как правило, в конце лета — начале осени. Напомним, что настоящие исследования были проведены в середине лета (июль).

Вертикальное распределение зообентоса, и мейофауны в частности, рассматривается в ряде работ [3—5]. Однако исследования подобного рода проводили, как правило, в профундали на мягких грунтах. Значительно меньше работ посвящено изучению стратификации донной фауны литорали на песках, что можно объяснить методическими трудностями отбора и фракционирования проб в связи со значительной плотностью песчаных отложений [6, 7]. Согласно большинству из приведенных выше литературных источников, основная масса (до 70—90 %) от общей численности биомассы как мейо-, так и макробентоса сконцентрирована в верхнем 2—5-сантиметровом слое. Сведения, характеризующие стратификацию мейофауны на разных станциях и глубинах в озерах приведены на рис. 1, а. В профундали озер Риславское и Святское из-за присутствия в этой зоне сероводорода беспозвоночные не зарегистрированы. Сопоставим вертикальную стратификацию мейобентических животных в литоральной зоне озер, которая в этих водоемах представлена заиленными песками. В оз. Ревучее (ст. 3) максимальная численность и биомасса (12,93 тыс. экз/м² и 0,53 г/м²) отмечена в слое 1—2 см, тогда как в озерах Риславское и Святское наибольшая численность (соответственно 1,68 и 0,63 тыс. экз/м²) и биомасса (0,09 и 0,03 г/м²) наблюдалась в поверхностном слое (0—1 см). Для оз. Святское вообще характерна приуроченность беспозвоночных из многоклеточных только к этому слою. В слоях 1—2 и 2—3 см здесь встречены лишь раковинные амевы. Заглубленный максимум численности и биомассы в оз. Ревучее был также ха-

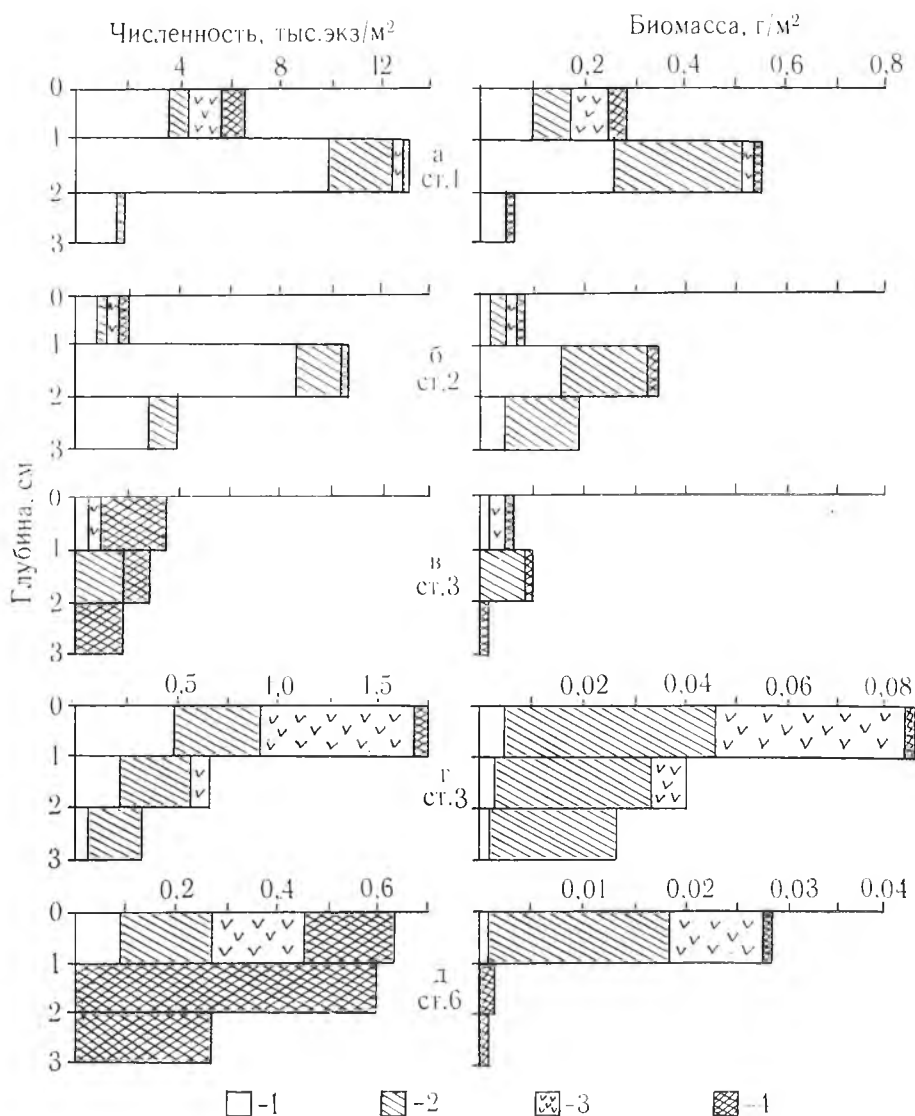


Рис. 1. Вертикальное распределение численности и биомассы отдельных систематических групп и мейофауны в целом на разных станциях озер Ревучее (а—в), Риславское (г) и Святское (д)
1 — Nematoda, 2 — Oligochaeta, 3 — Chironomidae, 4 — Varia

рактен для станций, расположенных на илах и больших (2 и 2,5 м) глубинах (см. рис. 1, а, б).

Наиболее наглядно вертикальное распределение отдельных доминирующих групп мейобентоса в озерах проявилось при рассмотрении их относительной численности (рис. 2). Вертикальная стратификация той или иной групп в разных озерах различалась. Например, наибольшая относительная численность олигохет в оз. Ревучее (51,6—100 %) была приурочена к слою 1—2 см. В оз. Риславское в поверхностном слое этот показатель для кольчатых червей закономерно понижался. В оз. Святское олигохеты зарегистрированы только в поверхностном слое. Примерно такая тенденция была характерна и для нематод, с той лишь разницей, что в центральной части оз. Ревучее (ст. 3) эти черви встречены только в слое 0—1 см. Что касается личинок мейобентических хирономид, то во всех озерах следует констатировать их приуроченность к поверхностному слою отложений. Такая же закономерность в стратификации этих личинок отмечена в оз. Мандзее [8]. Приведенные результаты

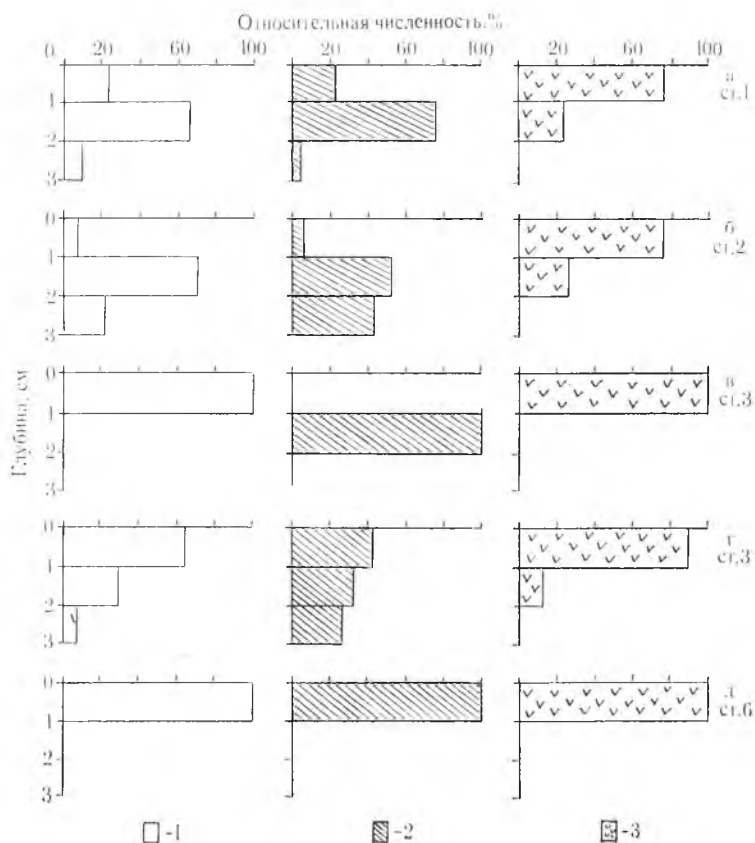


Рис. 2. Относительная численность доминирующих групп мейофауны (% от общей группы во всей колонке) на разных станциях в озерах Ревучее (а—в), Риславское (г) и Святское (д).
1 — Nematoda, 2 — Oligochaeta, 3 — Chironomidae

свидетельствуют о том, что вертикальное распределение в толще отложений озер одних и тех же групп беспозвоночных в большей степени зависит от особенностей водоемов, чем от этологических свойств той или иной группы. По всей вероятности, относительно большая площадь, открытость и мелководность оз. Ревучее благоприятствуют интенсивной ресуспензии донных осадков и создают неблагоприятные условия среды обитания для животных в поверхностном слое седиментов. Относясь к числу активно роющих организмов, питающихся детритом из донных отложений, нематоды и олигохеты мигрируют в более глубокие слои и тем самым способствуют перераспределению разных соединений в толще отложений. С другой стороны, роющая деятельность червей увеличивает скорость ресуспензии донных осадков. Так, по данным [9], в оз. Эри в летний период скорость ресуспензии донных отложений только одними макробентическими олигохетами (тубифициды) превышала скорость седиментации взвеси в 5—8 раз.

Сведения о количественном развитии донной мейофауны представлены в табл. 2, из которой следует, что в наиболее трофном оз. Ревучее средняя общая численность этой группировки животных (15,22 тыс. экз./м²) оказалась в 5,8—10,2 раза выше, чем в менее трофных озерах Риславское и Святское. Во всех трех озерах доминировали одни и те же группы: нематоды, олигохеты, личинки хирономид. Их доля в общей биомассе мейобентоса в разных озерах составила 2,3—39,2, 48,7—64,4 и 10,4—31,9 % соответственно. Из приведенных в табл. 2 данных также следует, что в оз. Ревучее как у основной массы таксонов, так и мейобентоса в целом численность и биомасса закономерно понижались в на-

Численность и биомасса ($\frac{\text{тыс. экз. м}^2}{\text{мг/м}^2 \text{ сыр. вещ.}}$) мейофауны в озерах

Таксоны	оз. Ревучее			оз. Риславское		оз. Святское	
	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 3	ст. 1	ст. 6	ст. 3
Rhizopoda	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,09}{0,2}$	$\frac{6,44}{12,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,04}{2,1}$	$\frac{0}{0}$
Nematoda	$\frac{14,80}{384,0}$	$\frac{12,08}{218,5}$	$\frac{0,39}{10,1}$	$\frac{0,73}{6,1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,09}{0,7}$	$\frac{0}{0}$
Oligochaeta	$\frac{3,46}{335,7}$	$\frac{3,47}{336,6}$	$\frac{0,92}{89,2}$	$\frac{1,00}{96,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,18}{17,5}$	$\frac{0}{0}$
Chydoridae	$\frac{0,23}{2,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Cyclopidae	$\frac{0,08}{1,4}$	$\frac{0,09}{1,8}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Ostracoda	$\frac{0,38}{7,6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Chironomidae	$\frac{1,95}{103,4}$	$\frac{0,72}{38,1}$	$\frac{0,39}{20,7}$	$\frac{0,90}{47,4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,18}{9,5}$	$\frac{0}{0}$
Tardigrada	$\frac{0,08}{0,8}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Всего:	$\frac{20,98}{836,2}$	$\frac{16,45}{595,2}$	$\frac{8,14}{132,9}$	$\frac{2,63}{150,4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,49}{29,8}$	$\frac{0}{0}$

правлении от побережья к центру. Так, например, численность хирономид по мере удаления от берега снижалась от 1,95 (ст. 1) до 0,39 тыс. экз./м² (ст. 3). В этом же направлении общая биомасса снизилась более чем в 6 раз.

При обработке сборов мейофауны в пробах в значительных количествах встречены покоящиеся яйца (эфипии) пелагических ветвистоусых рачков, предположительно представителей рода *Daphnia*. Это заключение основано на том, что в зоопланктоне исследованных озер среди кладоцер преобладают *D. cucullata* и *D. longispina*. Микроскопические исследования показали, что эфипии имеют седловидную форму, что является характерной чертой покоящихся яиц представителей семейства *Daphniidae* [10]. Каких-либо определенных закономерностей в вертикальном распределении эфипиев в толще отложений не отмечено. В среднем в озерах Ревучее, Риславское и Святское численность их была равна 5,1, 0,21 и 5,64 тыс. экз./м².

Интересно, что в профундали озер Риславское и Святское, где в придонных слоях присутствует сероводород, покоящиеся яйца не встречены (см. табл. 1). Поскольку у дафний в связи с наличием воздухоносных слоев клеток эфипии плавающие, можно предположить, что в результате сгонных явлений на этих незначительных по площади озерах происходит перераспределение яиц из пелагической в литоральную зону, где они и оседают. Однако это объяснение не приемлемо для оз. Ревучее, где покоящиеся яйца зарегистрированы по всей акватории этого мелководного открытого водоема. В любом случае для объяснения зарегистрированного факта необходимо проведение дополнительных исследований.

Выводы

1. Съемка донной мейофауны трех озер, находящихся под воздействием аварии на ЧАЭС, выявила бедность ее таксономического состава.

В зоне профундали озер Риславское и Святское, для которой характерно насыщение придонных слоев сероводородом, представители мейофауны не встречены.

2. Изучение вертикальной стратификации мейобентоса в толще отложений показало, что характер распределения животных в большей степени определялся особенностями водоемов, чем принадлежностью их к той или иной систематической группе.

3. Наибольшая общая численность (15,22 тыс. экз./м²) и биомасса (0,52 г/м² сыр. вещ.) зарегистрированы в наиболее трофном оз. Ревучее. В менее трофных озерах Риславское и Святское соответствующие показатели составили только 2,63, 1,49 тыс. экз./м² и 0,15, 0,03 г/м².

4. В толще донных осадков исследованных озер в значительных количествах зарегистрированы покоящиеся яйца (эфипии) пелагических кладоцер из р. *Daphnia*. Их численность в озерах Ревучее, Риславское и Святское была равна 5,10, 0,21 и 5,64 тыс. экз./м² соответственно. В профундали озер Святское и Риславское, гипolimниальные воды которых насыщены сероводородом, эфипии в донных осадках не зарегистрированы.

Список литературы

1. Гурвич В. В. // Биол. внутренних вод. 1969. № 3. С. 57.
2. Бабицкий В. А. // Гидробиол. журн. 1987. Т. 23. № 2. С. 36.
3. Бабицкий В. А. // История озер: Тез. докл. VIII Всесоюз. симп. Мн., 1989. С. 142.
4. Holopainen J. Y., Paasivirta L. // Ann. Zool. Fen. 1977. V. 14. № 3. P. 124.
5. Sarma A. L. N., Swamy C. G., Mirty K. V. N., Rao K. V. // Rev. gidrobiol. 1974. V. 13. № 2—3. P. 225.
6. Каратаев А. Ю., Каратаева И. В. // Гидробиол. журн. 1991. Т. 27. № 2. С. 19.
7. Maitland P. S., Charles W. W., Morgan H. G., et. al. // Productivity problems of freshwater. Warszawa — Krakov, 1972. P. 795.
8. Hewkla P., Wijegoonawardana N. W. // Hydrobiologia. 1987. V. 155. № 5. P. 227.
9. Keilty T., White D. S., Edgington D. N. // Can. J. Fish. and aquat. Sci. 1989. V. 46. № 2. P. 223.
10. Мануйлова Е. Ф. // Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М., 1964.

УДК 58.085:577.352

В. М. ЮРИН, А. И. СОКОЛИК, Г. Д. МАТУСОВ

МЕМБРАНОТРОПНЫЙ ЭФФЕКТ НЕКОТОРЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Среди многообразия эффектов, вызываемых в растительном организме природными и синтетическими регуляторами онтогенеза, значительное место занимает их взаимодействие с клеточными мембранами. Особую роль здесь играют плазматические мембраны, в частности плазмалемма [1, 2]. В силу своего расположения она представляет собой первичную мишень для воздействия регуляторов. С другой стороны, она же определяет скорость поступления агента в цитоплазму. На примере некоторых соединений (ауксины, фузикокцин) показана определяющая роль взаимодействия регуляторов с плазмалеммой в развитии эффекта стимуляции роста [2, 3]. Кроме того, мембранотропный эффект представляет интерес как индикатор экологического действия синтетических регуляторов [1, 4]. В связи с изложенным, нами изучено действие синтетических препаратов — кальциевой соли нафталин-сульфоновой кислоты (лайма) и хлорид-*N*, *N*-диметил-*N*-(β-хлорэтил) гидразония (квартазин) на плазмалемму растительных клеток.

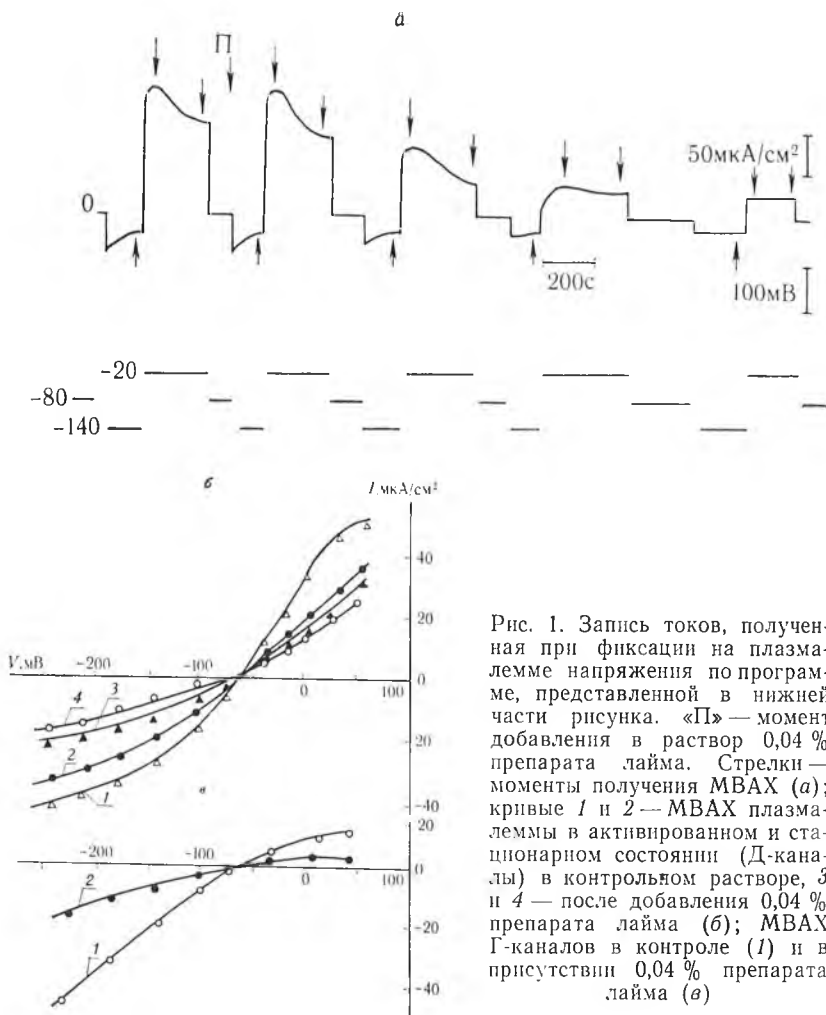


Рис. 1. Запись токов, полученная при фиксации на плазмалемме напряжения по программе, представленной в нижней части рисунка. «П» — момент добавления в раствор 0,04 % препарата лайма. Стрелки — моменты получения МВАХ (а); кривые 1 и 2 — МВАХ плазмалеммы в активированном и стационарном состоянии (Д-каналы) в контрольном растворе, 3 и 4 — после добавления 0,04 % препарата лайма (б); МВАХ Г-каналов в контроле (1) и в присутствии 0,04 % препарата лайма (а)

Материал и методика

В качестве модельного объекта использовали клетки пресноводной харовой водоросли *Nitella flexilis*. Эксперименты по изучению действия препаратов проводили на клетке в условиях, когда калиевые каналы практически полностью определяют проводимость плазмалеммы с применением обычной микроэлектродной техники и методики фиксации напряжения на плазмалемме [5]. Изучали изменения мгновенных вольт-амперных характеристик (МВАХ) калиевых каналов всех типов [5, 8], а также проводимость возбудимых каналов.

Результаты и их обсуждение

Достоверные изменения (уменьшение) проводимости плазмалеммы наблюдались под действием препарата в концентрации 0,01 % ($1,5 \cdot 10^{-4}$ М). При концентрации свыше 0,1 % эффект становился необратимым и клетки зачастую погибали.

На рис. 1, а показана программа фиксации напряжения и изменения тока при изучении временного хода эффекта. Для всех типов калиевых каналов под действием препарата практически в равной степени уменьшались как входящие, так и выходящие токи МВАХ (рис. 1, б, в). Поскольку препарат представлял собой кальциевую соль, можно было бы предположить, что снижение проводимости могло быть следствием взаи-

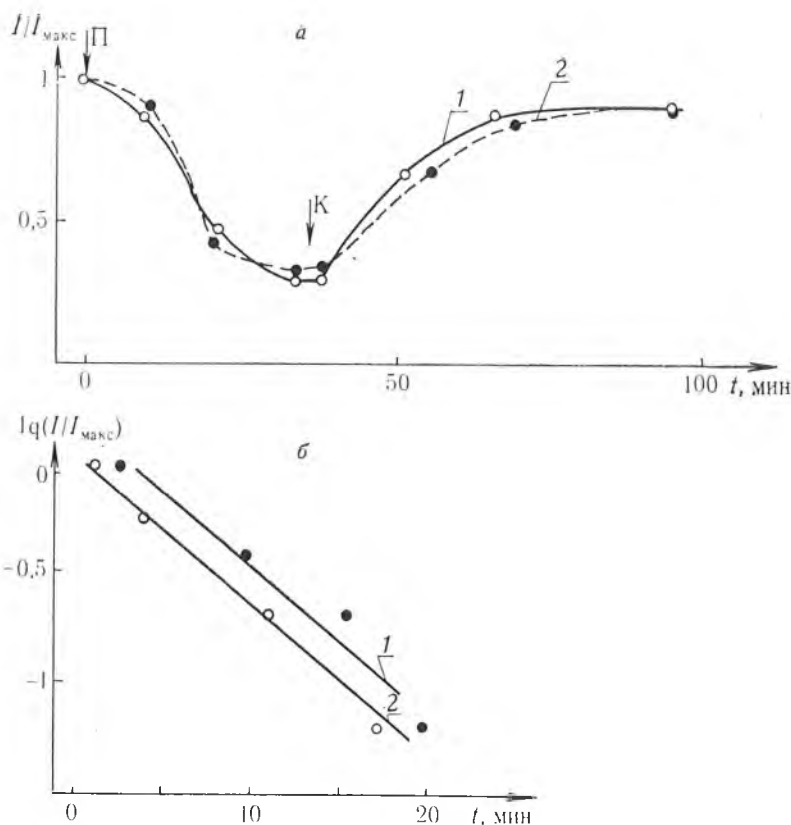


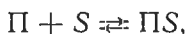
Рис. 2. Временной ход действия препарата лайма в концентрации 0,04 % на калиевые каналы плазмалеммы:

входящие токи, измеренные по МВАХ при напряжении 250 мВ в относительном масштабе; моменты введения и удаления вещества показаны стрелками (а). Та же зависимость в логарифмическом масштабе: 1 — максимум активации, 2 — стационарный ток. Раствор $5 \cdot 10^{-3}$ М КСl, 10^{-4} М CaCl_2 (рН 8,2) (б)

модействия ионов Ca^{2+} с плазмалеммой [6, 7]. Однако, как показано нами ранее [7], ионы Ca^{2+} в противоположность препарату не действуют на проводимость Г-каналов. В экспериментах с добавлением в раствор кальция в количестве, равном его содержанию в препарате, проводимость Д-каналов, как и следовало ожидать, снизилась, а относительная доля эффекта препарата осталась неизменной.

На рис. 2 приведены типичные кривые временного хода развития реакции и отмыва. Существенной разницы между подобными кривыми для разных видов калиевых каналов не наблюдалось. Линейность и отсутствие изломов на зависимостях, представленных на рис. 2, б, говорит об одноэкспоненциальном характере процессов. Величина постоянных времени установления эффекта ($\tau_{\text{уст}} \approx 5-10$ мин) и отмыва ($\tau_{\text{отм}} \approx 20-30$ мин) близка для всех видов калиевых каналов. Сравнительно быстрое развитие реакции и процесса отмыва говорит о том, что обратимый эффект препарата обусловлен, вероятно, воздействием его на наружную сторону плазмалеммы.

В первом приближении можно рассматривать снижение проводимости как результат связывания каждой молекулы препарата с каким-то центром на плазмалемме по типу простой реакции первого порядка:



где П и S — концентрации препарата и мест связывания соответственно. Положим, что в отсутствие связывания ток I_0 максимален, а его уменьшение под действием препарата пропорционально числу занятых мест

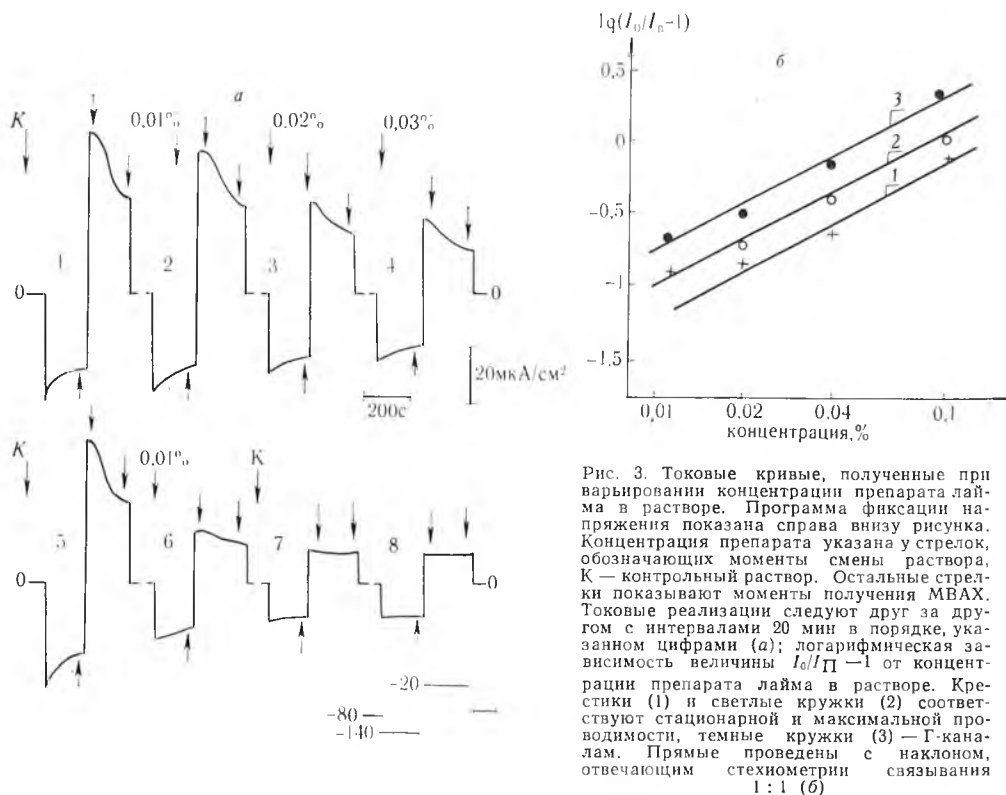


Рис. 3. Токвые кривые, полученные при варьировании концентрации препарата лайма в растворе. Программа фиксации напряжения показана справа внизу рисунка. Концентрация препарата указана у стрелок, обозначающих моменты смены раствора, К — контрольный раствор. Остальные стрелки показывают моменты получения МВАХ. Токвые реализации следуют друг за другом с интервалами 20 мин в порядке, указанном цифрами (а); логарифмическая зависимость величины $I_0/I_\pi - 1$ от концентрации препарата лайма в растворе. Крестики (1) и светлые кружки (2) соответствуют стационарной и максимальной проводимости, темные кружки (3) — Γ -каналам. Прямые проведены с наклоном, отвечающим стехиометрии связывания 1:1 (б)

связывания. Тогда простой кинетический анализ для установившегося состояния дает следующие соотношения:

$$(I_0 - I_\pi)/I_0 = 1 - \tau_{\text{уст}}/\tau_{\text{отм}}, \quad (1)$$

$$I_\pi/I_0 = (1 + \Pi/K)^{-1}, \quad (2)$$

где I_π — ток в присутствии препарата, K — константа связывания. Равенство (1) справедливо, если токи измеряются при одинаковом напряжении. Для эксперимента, представленного на рис. 2, результаты расчета показывают выполнение равенства (1) в пределах ошибки:

$$(I_0 - I_\pi)/I_0 = 0,65; \quad 1 - \tau_{\text{уст}}/\tau_{\text{отм}} = 0,60.$$

Как уже отмечалось, при концентрации препарата свыше 0,1 % ($1,5 \cdot 10^{-3}$ М) эффект становится необратимым. Если при таких концентрациях по прошествии времени, достаточного для установления обратимого эффекта (~ 30 мин), удалить вещество из раствора, эффект продолжает возрастать (рис. 3, а). Одно из возможных объяснений состоит в том, что вещество проникает внутрь и действует на цитоплазматическую сторону плазмалеммы, вызывая тот же эффект (снижение проводимости), что и при действии снаружи.

Результаты изучения концентрационной зависимости эффекта подтверждают предположенный выше тип реакции. Логарифмическая зависимость величины $I_0/I_\pi - 1$ линейна (см. (2)), идет с наклоном, приблизительно отвечающим стехиометрии связывания 1:1 для токов, через каналы всех типов (рис. 3, б). Величина константы связывания во всех случаях приблизительно одинакова и составляет $(1,0-1,5) \cdot 10^{-3}$ М.

Диапазон действующих концентраций и величина константы указывают на отсутствие на плазмалемме специфических мест связывания для молекул данного вещества. Проводимость снижалась для всех видов каналов в соответствии с кинетикой реакции первого порядка и парамет-

ры этой реакции близки во всех случаях. Кроме того, эксперименты показали, что в этом же диапазоне концентраций препарат резко снижает проводимость быстрых (возбудимых) хлорных и кальциевых каналов. Выше отмечено, что препарат, по-видимому, проникает через плазмалемму и действует на нее изнутри аналогичным образом.

Таким образом, из изложенного следует, что мембранотропный эффект препарата «лайма», по-видимому, является следствием неспецифического взаимодействия его с плазмалеммой, вероятнее всего с липидным матриксом. Действительно, интегральная проводимость совокупности ионных каналов в мембране может снижаться вследствие уменьшения проводимости каждого канала в отдельности — блокирования. Однако до сих пор известно только специфическое блокирование каналов, в основе которого лежит различное строение их входных участков [9, 10]. Полученные результаты показывают снижение проводимости не только для всех типов калиевых, но и для возбудимых хлорных и кальциевых каналов плазмалеммы. В основе этого должен лежать фактор, действующий на все молекулярные структуры, составляющие ионные каналы. Прежде всего, это может быть липидный матрикс мембраны. Возможно, что взаимодействие с ним молекул препарата приводит к одновременному для всех каналов сдвигу равновесия открывания-закрывания в сторону закрытого состояния.

Гораздо менее выраженным действием обладает второе из испытанных соединений — квартазин. До концентрации 0,2 % ($1,25 \cdot 10^{-2}$ М) не было обнаружено никаких эффектов, даже со временем экспозиции 50—100 мин. Начиная с 0,3 % ($1,87 \cdot 10^{-2}$ М) квартазин в течение 10—20 мин обратимо снижал выходящий ток в максимуме активации на 20—40 %. Стационарная проводимость и проводимость Г-каналов оставались практически неизменными. Очевидно, что столь высокая действующая концентрация и небольшая величина наблюдаемого изменения регистрируемых параметров исключает мембранотропный эффект соединения. Отмеченное снижение тока может быть вызвано возрастанием ионной силы раствора и происходит, по-видимому, в результате экранирования поверхностных фиксированных анионов плазмалеммы, локализованных вблизи каналов, определяющих ток в максимуме активации [6, 8]. В свою очередь, это приводит к снижению примембранной концентрации катионов, что и дает регистрируемое снижение тока.

В результате проведенных исследований установлено, что из двух испытанных соединений — лайма и квартазин — мембранотропный эффект проявляет только лайма. Он состоит в снижении проводимости практически всех типов ионных каналов плазмалеммы и является результатом неспецифического взаимодействия молекул препарата предположительно с липидным матриксом мембраны. Дальнейшие исследования позволяют проверить высказанные предположения и вскрыть конкретный механизм наблюдаемых явлений.

Список литературы

1. Кефели В. И., Власов П. В., Прусакова Л. Д. и др. // Физиология растений. 1990. Т. 7. С. 155.
2. Полевой В. В. // Материалы 2-й Всесоюз. конф. по регуляторам роста и развития растений. Киев, 25—27 мая 1988. Киев, 1989. С. 49.
3. Бабаков А. В., Абрамычева Н., Билуши С. В., Шевченко В. П. // Биол. мембраны. 1990. Т. 7. № 2. С. 107.
4. Юрин В. М., Иванченко В. М., Галактионов С. Г. Регуляция функций мембран растительных клеток. Мн., 1979.
5. Соколик А. И., Юрин В. М. // Физиология растений. 1981. Т. 28. № 2. С. 294.
6. Соколик А. И., Гончарик М. Н., Юрин В. М. // Докл. АН БССР. 1982. Т. 26. № 4. С. 365.
7. Sokolik A. I., Yurin V. M. // Journ. Membrane Biol. 1986. V. 89. № 1. P. 9.
8. Юрин В. М., Соколик А. И., Кудряшов А. П. и др. // Тез. докл. Второго съезда Всесоюз. об-ва физиологов растений (24—29 сент. 1990 г. Мн.). М., 1990. С. 100.
9. Hille B. Ionic Channels of Excitable Membranes. Sunderland, 1984.
10. Воробьев Л. Н. // Физиология растений. 1988. Т. 5.

К ВОПРОСУ ОБ ОХРАНЕ ГРИБОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Необходимость охраны грибов вытекает из их роли в природе и жизни человека. Достаточно отметить тот факт, что почти все грибы являются компонентами различных фитоценозов: лесов, лугов, болот, полей и др. Основная их роль — разложение растительных субстратов. Многие виды деревьев, кустарников и даже травянистых растений не способны нормально развиваться без грибов, образующих микоризу. Весьма существенно значение грибов в хозяйственной деятельности человека. Область применения их достаточно широка. Они являются ценным продуктом питания. Многие виды грибов продуцируют антибиотики, ферменты, органические кислоты и другие метаболиты [1—5].

Однако в настоящее время на территории республики по отношению к грибам наблюдается сильный антропогенный прессинг, который проявляется в сплошной вырубке лесов, частых лесных пожарах, осушении болот, чрезмерном использовании минеральных удобрений и пестицидов, а также в интенсивном сборе съедобных грибов, разрушении плодовых тел несъедобных грибов, повреждении и разрушении мицелия, развивающегося в лесной подстилке.

Учитывая это, а также все еще слабую изученность грибов, проблема их охраны на территории республики является весьма актуальной. Нельзя допустить, чтобы из генофонда исчез хотя бы один вид, полезные свойства которого еще не полностью познаны человеком.

Неотложными мероприятиями в деле охраны грибов должны быть разработка принципов и методов охраны. Большое значение в настоящее время приобретает метод научного прогнозирования последствий деятельности человека, научной экспертизы природоизменяющих процессов.

Огромная роль в охране грибов принадлежит заповедникам и заказникам. На этих территориях (Березинский биосферный заповедник, Припятский ландшафтно-гидрологический заповедник, национальный парк Беловежская пуца) сохраняются естественные условия мест произрастания грибов.

В связи с усиливающимися прямым и косвенным антропогенным воздействием на экосистемы следует считать целесообразным выделение новых охранных территорий, в том числе микрозаказников и микрозаповедников местного значения. При решении этих вопросов прежде всего требуется разработать критерии и составить списки редких и исчезающих видов грибов, которые могут оказаться полезными. Изучив видовой состав, степени эндемизма и ареалы редких и исчезающих видов, нуждающихся в первоочередной охране, необходимо наладить систематический контроль за состоянием их популяций.

В первую очередь требуют охраны шляпочные грибы с крупными плодовыми телами (макромицеты), многие из которых употребляются населением в пищу [6—9]. Такие грибы остро нуждаются в защите прежде всего в наиболее густо населенных районах: в лесах вокруг крупных городов, промышленных предприятий, учреждений профилактического и лечебного типа, туристических баз. Сбор грибов в этих зонах стал настолько массовым и приобрел такие масштабы, что настало время ограничить деятельность грибников, способствуя возобновлению и сохранению запасов съедобных грибов. В целях предупреждения исчезновения наиболее ценных видов макромицетов целесообразно в районах, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию, ввести лицензии на их сбор. К таким объектам следует отнести в первую очередь белые грибы и рыжики. Другие редкие виды должны стать объектами Красной книги. Особое внимание следует обратить на грибы

с декоративными плодовыми телами, которые привлекают внимание человека своим необычным видом (напр., Спарассис курчавый, или грибная капуста).

При сборе грибов население часто разрушает лесную подстилку, при этом повреждает мицелий, на котором развиваются плодовые тела. В результате существенно снижается их урожайность. Поэтому необходимо широко пропагандировать правила сбора грибов, обращая особое внимание на то, что отделять плодовые тела от грибницы следует осторожно, не раскапывая подстилку. При таких условиях мицелий может дать новые плодовые тела.

В решении проблемы охраны грибов определенную роль могут сыграть исследования, направленные на нахождение неизвестных или недостаточно изученных ценных съедобных грибов, которые можно было бы рекомендовать для массовых сборов, либо их промышленного культивирования.

В связи с повсеместным загрязнением окружающей среды в целях сохранения редких и исчезающих видов грибов необходимо приступить к их выращиванию и хранению на искусственных средах в виде чистых культур как в стадии мицелия, так и плодовых тел. Эту задачу уже успешно решают в прибалтийских и других соседних государствах.

В деле охраны грибов нельзя недооценивать планомерной и широкой просветительной работы среди населения. Основными формами ее могут быть: периодические выступления по радио и телевидению о роли и значении грибов в природе и жизни человека и о необходимости их охраны, регулярная публикация в научно-популярных журналах и газетах материалов по охраняемым и другим грибам с приложением их рисунков и фотографий, издание отдельных буклетов, альбомов, карто-тек и т. п.

Что касается охраны микромицетов, то она, вероятно, должна базироваться на общих мероприятиях по охране окружающей среды от загрязнений, на оптимизации ландшафтов и их стабилизации. Такие меры, как охрана отдельных видов и их местообитаний, по всей видимости, малоэффективны. В состав охраняемых должны быть включены не только территории суши, но и водные объекты — реки, озера, водохранилища, болота, в которых развиваются пока еще очень слабо изученные водные грибы.

Список литературы

1. Билай В. И. Основы общей микологии. Киев, 1989.
2. Горленко М. В., Бондарцева М. А., Гарибова Л. В. и др. Грибы СССР, М., 1980.
3. Горленко М. В., Гарибова Л. В., Сидорова И. И. и др. Всё о грибах. М., 1986.
4. Дудка И. А., Вассер С. П. Грибы: Справочник миколога и грибника. Киев, 1987.
5. Сержанина Г. И. Шляпочные грибы Белоруссии. Мн., 1984.
6. Вассер С. П. // Рациональное использование, охрана, воспроизводство биологических ресурсов и экологическое воспитание. Запорожье, 1988. С. 16.
7. Красная книга СССР. М., 1984. Т. 1.
8. Красная книга РСФСР. Растения. М., 1988.
9. Хорология флоры Латвийской ССР: Охраняемые виды грибов и лишайников / Ред. Э. Вимба. Рига, 1989.

ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ПИГМЕНТ-БЕЛКОВЫХ КОМПЛЕКСАХ ПРИ ДЕФИЦИТЕ БЕЛКА В ХЛОРОПЛАСТАХ

Трансформация энергии на световой стадии фотосинтеза осуществляется с помощью ряда основных белковых комплексов хлоропластов. Выделяют фотохимически активные пигментированные комплексы хлоропластной мембраны, содержащие реакционные центры (РЦ) и светособирающие (ССК). Каждый из этих пигмент-белковых комплексов имеет специфический набор полипептидов и индивидуальных пигментов (зеленых и желтых). Хлорофилл *a* содержится во всех комплексах, а хлорофилл *b* полностью находится в составе светособирающих комплексов фотосистемы I и фотосистемы II, для которых соотношение хлорофилл *a*/хлорофилл *b* составляет 1,1—1,3. Соотношение пигмент-белковых комплексов (ПБК) в листе в ходе его биогенеза не остается постоянным, изменяется под воздействием различных факторов и имеет сортовую специфику [2—3].

Пигмент-белковые комплексы выполняют различные функции в световых реакциях фотосинтеза и имеют различный пигментный состав. Ингибирование формирования отдельных пигмент-белковых комплексов и синтеза входящих в него белков с применением ингибиторов белкового синтеза в хлоропластах может вызвать изменение структурно-функциональной организации фотосинтетических мембран и сказаться на фоне пигментов, входящих в состав этих мембран.

Однако недостаточно полно изучено изменение пула пигментов-светосборщиков при дефиците белка в хлоропластах. Процесс накопления светособирающих комплексов и реакционных центров отражает в какой-то мере изменение величины хлорофилл *a*/хлорофилл *b* при недостатке белка в хлоропластах. В связи с этим исследовалась динамика содержания хлорофилла *a* и хлорофилла *b* с последующим теоретическим расчетом распределения пигментов между светособирающими комплексами и пигмент-белковыми комплексами реакционного центра (ПБК РЦ).

Материал и методика

В качестве объекта исследования использовали растения ярового ячменя сорта Роланд с потенциалом зерновой продуктивности 70—80 ц/га. Для исследования взаимосвязи биосинтеза и содержания хлорофилла с белковым синтезом применяли специфический ингибитор синтеза белков в хлоропластах хлорамфеникол. Растения выращивали на растворе Кнопа (водные культуры) с добавлением хлорамфеникола (ХАФ) в концентрации 100 мг/л и без добавления ингибитора белкового синтеза в хлоропластах (контроль). Исследования проводили на ранних этапах роста и развития растений, начиная с пятисуточного возраста листа. Определяли общее содержание белков в листьях и хлоропластах [4], содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилл *a*, хлорофилл *b*, каротиноиды) [5]. Рассчитывали содержание хлорофилла в светособирающих комплексах и реакционных центрах фотосистемы I (ФС I) и фотосистемы II (ФС II), соотношение хлорофилла *a* реакционного центра к хлорофиллу *a* светособирающих комплексов и хлорофиллу *b* светособирающих комплексов [6].

Результаты и их обсуждение

Ингибитор белкового синтеза в хлоропластах хлорамфеникол в значительной степени снижает содержание фотосинтетических пигментов. Уменьшение содержания пигментов (хлорофилл *a* + *b*) при действии

Содержание хлорофилла в листьях растений ячменя
при воздействии хлорамфеникола (ХАФ)

Вариант опыта	Время воздействия ХАФ, ч	Возраст листьев, сут	Содержание хлорофилла, мг/г сырой массы			
			$a+b$	a/b	хлорофилл a ССК	хлорофилл a РЦ
Контроль	—	5	0,299	3,5	0,080	0,152
ХАФ	24	5	0,270	3,2	0,078	0,127
Контроль	—	6	0,344	4,0	0,081	0,194
ХАФ	48	6	0,270	3,6	0,070	0,141
Контроль	—	7	0,489	3,0	0,146	0,219
ХАФ	72	7	0,276	3,6	0,072	0,144
Контроль	—	8	0,628	3,2	0,178	0,301
ХАФ	96	8	0,333	2,7	0,106	0,137
Контроль	—	9	0,570	3,2	0,163	0,270
ХАФ	120	9	0,293	3,0	0,087	0,133

хлорамфеникола составляло 10—49 %, что зависело от времени воздействия (табл. 1). Кроме того, он влияет на изменение соотношения компонентов хлорофилла, что связано с большим ингибированием синтеза хлорофилла a по сравнению с хлорофиллом b , что было показано и ранее [7].

Уменьшение содержания хлорофилла a по отношению к хлорофиллу b в растениях, обработанных хлорамфениколом, может быть следствием нарушения формирования пигмент-белковых комплексов фотосистемы I и фотосистемы II в большей степени, чем светособирающих комплексов. Это подтверждается расчетами, представленными в табл. 1 и 2. Данные получены на основе того, что отношение хлорофилл a /хлорофилл b в светособирающих комплексах листьев ячменя составляет 1,1—1,3 в отличие от пигмент-белковых комплексов фотосистемы I и II, в которых хлорофилл b практически отсутствует [6]. Это дает возможность определить соотношение хлорофилла a , входящего в светособирающие комплексы, и хлорофилла a реакционного центра фотосистемы I и II.

Данные показывают, что под действием ингибитора белкового синтеза происходит торможение образования пигмент-белковых комплексов фотосистем I и II в большей степени, чем светособирающих комплексов, что подтверждают данные по содержанию хлорофилла a в светособирающих комплексах и реакционных центрах (см. табл. 1).

В зависимости от времени действия антибиотика хлорамфеникола по сравнению с контролем изменяется и общее содержание хлорофилла ($a+b$) в светособирающих комплексах. Через 96 и 120 ч после введения ингибитора оно составляет 59—53 % от контроля, что свидетельствует о значительном влиянии хлорамфеникола на число светособирающих комплексов фотосинтетических мембран.

При воздействии ингибитора в листьях растений ячменя происходит сдвиг в соотношении светособирающих комплексов и пигмент-белковых комплексов фотосистем I и II (табл. 2). При этом относительная доля светособирающих комплексов в сумме всех пигмент-белковых комплексов хлоропластных мембран увеличивается, что свидетельствует о неодинаковом влиянии дефицита белка в хлоропластах на формирование функционально активных пигмент-белковых комплексов в фотосинтетических мембранах.

Таким образом, наблюдается связь между снижением содержания

**Соотношение хлорофилла светособирающих комплексов (ССК)
и хлорофилла реакционных центров (РЦ) фотосистемы I (ФС I)
и фотосистемы II (ФС II) в листьях растений ячменя
при воздействии хлорамфеникола (ХАФ)**

Вариант опыта	Время воздействия ХАФ, ч	Возраст листьев, сут	Хлорофилл ССК, мг/г сырой массы	Хлорофилл а РЦ	Хлорофилл ССК
				хлорофилл ССК	хлорофилл РЦ ФС I, ФС II
Контроль	—	5	0,147	1,034	0,96
ХАФ	24	5	0,143	0,888	1,12
Контроль	—	6	0,149	1,302	0,76
ХАФ	48	6	0,129	1,093	0,91
Контроль	—	7	0,268	0,817	1,22
ХАФ	72	7	0,132	1,090	0,91
Контроль	—	8	0,327	0,920	1,08
ХАФ	96	8	0,195	0,702	1,42
Контроль	—	9	0,299	0,903	1,10
ХАФ	120	9	0,160	0,831	1,20

белка в хлоропластах и концентрацией основных фотосинтетических пигментов, от которых зависит поглощение и преобразование световой энергии в процессе фотосинтеза.

Список литературы

1. Кочубей С. М. Организация пигментов фотосинтетических мембран как основа энергообеспечения фотосинтеза. Киев, 1986.
2. Гинс В. К., Пискунова Н. П., Хомутов Г. Б. и др. // Физиология растений. 1986. Т. 33. Вып. 5. С. 901.
3. Храмова Г. А., Низовская Н. В., Кренделева Т. Е. и др. // Физиология растений. 1988. Т. 35. Вып. 6. С. 1058.
4. Lowry O. H. and all // Journ. Biol. Chem. 1951. U. 193. P. 265.
5. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и световой режим. Мн., 1980.
6. Рубин Б. А. Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1989. С. 118.
7. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и факторы его регуляции. Мн., 1983. С. 53.

УДК 576.31

А. Т. ПИКУЛЕВ, И. Н. ДАШКЕВИЧ,
Л. А. ЛАСТОВСКАЯ, В. В. СЕНЧУК

ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ НА СОСТОЯНИЕ БЕЛКОВ ЦИТОСКЕЛЕТА ПЕЧЕНИ И ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

Исследование молекулярных механизмов злокачественной трансформации клеток под действием химических канцерогенов является актуальной задачей. В решении этой проблемы важное значение имеет исследование первичных биохимических реакций клеток, экспонированных к химическим канцерогенам. В этом отношении особый интерес представляют компоненты цитоскелета, состояние которых весьма чувствительно к действию разнообразных химических и биологических факторов [1] и определяет функционирование различных клеточных процессов — деления, рецепции, секреции и др. [2]. Вместе с тем установлено, что такие компоненты цитоскелета, как актиновые микрофиламенты и тубулиновые мик-

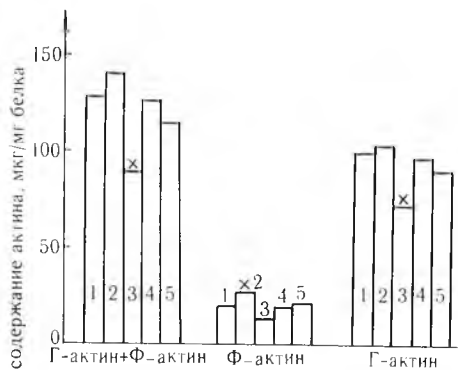
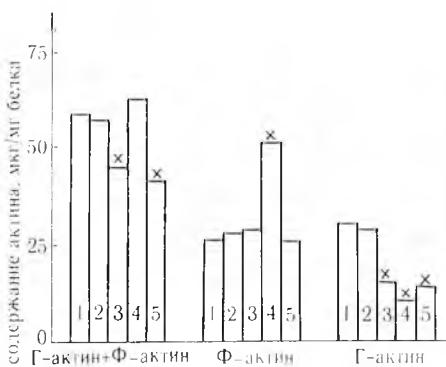


Рис. 1. Влияние введения ароматических аминов на содержание суммарного актина (Г-актин + Ф-актин), Г-актина и Ф-актина в цитоплазматической фракции головного мозга:

1 — контроль, 2 — бензидин (100 мг/кг); 3 — бензидин (400 мг/кг); 4 — диметилбензидин (100 мг/кг); 5 — диметилбензидин (400 мг/кг); * — достоверные изменения ($p \leq 0,05$).

Рис. 2. Влияние введения ароматических аминов на содержание суммарного актина (Г-актин + Ф-актин), Г-актина и Ф-актина в цитоплазматической фракции головного мозга. Обозначения те же, что и на рис. 1

ротрубочки, претерпевают радикальные изменения при злокачественной трансформации [3].

Таким образом, целью настоящей работы явилось изучение влияния ароматических аминов на состояние глобулярного актина (Г-актина) и фибриллярного актина (Ф-актина) цитоскелета печени и головного мозга крыс.

Материал и методика

Эксперименты проведены на беспородных белых крысах массой 130—180 г, содержащихся на стандартном рационе вивария. Группу экспериментальных животных составили крысы, которым внутривенно вводили однократно бензидин (БД) и 3,3-диметилбензидин (ДМБД) в виде суспензии в 0,9 % NaCl в дозах 400 мг/кг массы животного и 100 мг/кг массы животного, что составляет 1/4 и 1/10 ЛД₅₀ соответственно. Животных декапитировали через 24 ч после введения БД и ДМБД. Содержание Г-актина и Ф-актина измеряли в цитоплазматической фракции печени и головного мозга по степени ингибирования активности панкреатической ДНКазы [4, 5]. Функционально активные гепатоциты выделяли по методу [6]. Цитоскелетную фракцию гепатоцитов получали лизисом клеток в растворе, содержащем тритон X-100 [7]. Белковый состав цитоскелета гепатоцитов анализировали электрофорезом в полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН) [8]. Белки в ПААГ окрашивали кумасси R-250 [9]. Концентрацию белка определяли колориметрическим методом [10]. Экспериментальные данные обрабатывали статистически.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлены данные о содержании Г-актина, Ф-актина и суммарного пула актина (Г-актин + Ф-актин) в цитоплазматической фракции гепатоцитов при введении аминобифенилов. Видно, что бензидин не вызывает изменения содержания фибриллярного актина гепатоцитов по сравнению с гепатоцитами контрольных животных. Вместе с тем при инъекции БД в дозе 400 мг/кг выявляется значительное снижение суммарного пула актина в цитоплазме гепатоцитов, что достигается за счет резкого уменьшения содержания мономерного актина. Другой ароматический амин также индуцирует существенные изменения агрегатного состояния актина гепатоцитов (см. рис. 1), которые в основном имеют те

**Отношение содержания Г-актина к содержанию Ф-актина
в цитоплазматических фракциях клеток печени
и головного мозга при введении аминоксифенилов**

Условия эксперимента	Г-актин/Ф-актин ($\bar{X} \pm Sx$)	
	головной мозг	печень
Контроль	$5,62 \pm 1,05$	$1,15 \pm 0,25$
Бензидин (100 мг/кг)	$4,29 \pm 0,88$	$1,05 \pm 0,21$
Бензидин (400 мг/кг)	$4,98 \pm 0,95$	$0,54 \pm 0,10$
Диметилбензидин (100 мг/кг)	$5,99 \pm 0,76$	$0,20 \pm 0,12$
Диметилбензидин (400 мг/кг)	$4,38 \pm 0,93$	$0,56 \pm 0,14$

же тенденции, что и при введении БД. Так, ДМБД в дозе 400 мг/кг вызывает резкое снижение суммарного содержания актина в цитоплазме гепатоцитов наряду со значительным уменьшением глобулярной формы актина. Анализ полученных данных позволяет выделить сходные черты в эффектах БД и ДМБД на агрегатное состояние актина гепатоцитов: оба аминоксифенила в основном не влияют на содержание фибриллярной формы актина, но значительно снижают содержание мономеров актина и общего пула актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов, что наиболее четко выявляется при введении ароматических аминов в дозе 400 мг/кг.

Результаты исследования содержания разных форм актина головного мозга при введении аминоксифенилов (рис. 2) свидетельствуют о том, что только БД в дозе 400 мг/кг вызывает достоверное снижение содержания суммарного пула актина и Г-актина. Эти данные указывают на сравнительно низкую чувствительность системы актиновых филаментов головного мозга в ответ на введение аминоксифенилов, что, по-видимому, может быть обусловлено функционированием компонентов гематоэнцефалического барьера, которые предотвращают токсическое действие ксенобиотиков на клетки головного мозга [11]. Известно, что в клетках Г-актин и Ф-актин находятся в состоянии динамического равновесия, которое чрезвычайно чувствительно к воздействию разнообразных раздражителей [1, 12]. Численные значения отношения содержания Г-актина к содержанию Ф-актина, характеризующие это динамическое равновесие, представлены в таблице. Из этих данных следует, что БД и ДМБД не оказывают существенного влияния на динамическое равновесие форм актина головного мозга. В интактных гепатоцитах обе формы актина присутствуют почти в равном количестве. Введение аминоксифенилов резко изменяет это равновесное состояние: доля Ф-актина возрастает, а Г-актина уменьшается. При этом снижается общее содержание актина в цитоплазме гепатоцитов (см. рис. 1), что может быть обусловлено связыванием филаментов актина с мембранными структурами клетки [1, 2]. По-видимому, увеличение относительного содержания Ф-актина в цитоплазме гепатоцитов, подвергнутых воздействию ароматических аминов, может выступать в качестве одного из элементов защитной реакции клеток к повреждающему действию БД и ДМБД, поскольку повышение вязкости цитоплазмы вследствие увеличения содержания Ф-актина в клетках сопровождается развитием неспецифического адаптационного синдрома клеточной системы в ответ на различные химические и физические раздражители [12]. Защитный эффект полимерного актина может реализовываться посредством увеличения вязкости среды и, следовательно, снижения скорости обменных процессов; фиксации и стабилизации мембранных структур клетки; иммобилизации в трехмерной сети актиновых филаментов макромолекул клетки, наиболее чувствительных к воздействию ксенобиотиков.

С другой стороны, глубокие нарушения агрегатного состояния актина, происходящие в гепатоцитах при введении БД и ДМБД, могут быть следствием взаимодействия компонентов цитоскелета с чрезвычайно реакционноспособными радикалами, которые генерируются в процессе I фазы детоксикации чужеродных соединений [13].

Так или иначе, представлялось оправданным исследовать белковый состав основных компонентов цитоскелета и ассоциированных с ними белков гепатоцитов.

Электрофоретический анализ цитоскелета интактных гепатоцитов показывает (рис. 3), что в его составе доминируют компоненты микротрубочек и микрофиламентов — тубулин (молекулярная масса

55 кДа) и актин (молекулярная масса 43 кДа). Введение ароматических аминов приводит к резкому уменьшению относительного содержания тубулина в составе цитоскелета гепатоцитов (см. рис. 3). Эти данные свидетельствуют о деполимеризации микротрубочек гепатоцитов под действием БД и ДМБД, что может приводить к разборке митотического аппарата и, следовательно, к нарушению процессов деления гепатоцитов [1, 2]. Вместе с тем обнаруженное увеличение относительного содержания Ф-актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов при введении БД и ДМБД сопровождается повышением относительного содержания белковых компонентов с молекулярными массами 10—20 кДа и 35—40 кДа (см. рис. 3), что, по-видимому, является адаптивным механизмом ассоциации полипептидов, чувствительных к действию ароматических аминов, с цитоскелетом гепатоцитов.

Таким образом, совокупность полученных данных позволяет заключить, что количественный и качественный состав белков цитоскелета гепатоцитов претерпевает глубокие изменения под действием канцерогенных ароматических аминов, которые могут выступать в качестве элемента адаптационной реакции гепатоцитов на чужеродные соединения. Эффекты ароматических аминов на состояние цитоскелета тканеспецифичны — цитоскелет гепатоцитов значительно более чувствителен к воздействию бензида и диметилбензида, чем компоненты цитоскелета головного мозга.

Список литературы

1. Pollard T. D. // Journ. Cell. Biol. 1981. P. 1565.
2. Korn E. D. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1978. V. 75. P. 588.
3. Ben-Ze'ev A. // Biochem. Biophys. Acta. 1985. V. 780. № 3. P. 197.
4. Blikstad I., Markey F., Carlsson L., Persson T., Lindberg U. // Cell. 1978. V. 15. № 5. P. 935.
5. Сенчук В. В., Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н. // Докл. АН БССР. Т. 34. № 6. С. 564.
6. Jacob T. S., Bhargava P. M. // Exp. Cell. Res. 1962. V. 27. № 3. P. 453.
7. Brow S., Levinson V., Spudich J. A. // Journ. Supramol. Struct. 1976. V. 5. № 1. P. 119.
8. Laemmli U. K. // Nature. 1970. V. 227. № 5259. P. 680.
9. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование. М., 1981.
10. Peterson G. L. // Meth. Enzym. 1983. V. 91. P. 95.
11. Биохимическая фармакология / Под ред. П. В. Сергеева. М., 1982.
12. Браун А. Д., Моженко Т. П. Неспецифический адаптационный синдром клеточной активности. Л., 1987.
13. Лукьянова Л. Д., Попова О. А., Думченко А. М. // Гепатоцит: Функционально-метаболические свойства. М., 1985. С. 104.

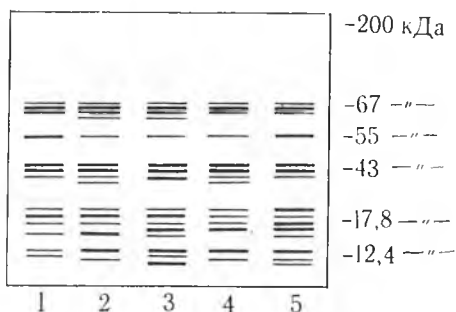


Рис. 3. Электрофоретический анализ в 15 %-ном ПААГ в присутствии ДСН белков цитоскелета гепатоцитов:

1 — контроль; 2 — бензидин (400 мг/кг); 3 — бензидин (100 мг/кг); 4 — диметилбензидин (400 мг/кг); 5 — диметилбензидин (100 мг/кг). Маркеры молекулярной массы: тяжелые цепи миозина скелетных мышц кролика (200 кДа); бычий сывороточный альбумин (67 кДа); тубулин мозга быка (55 кДа); актин скелетных мышц кролика (43 кДа); миоглобин (17,8 кДа); цитохром С (12,4 кДа)

РЖАВЧИННЫЕ ГРИБЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МИНСКО-БОРИСОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

Ржавчинные грибы (Uredinales) — широко распространенная на территории Беларуси группа облигатных паразитов. Они вызывают болезни культурных и дикорастущих растений, снижая их продуктивность, декоративность и долговечность. Некоторые виды ржавчинников отличаются широкой специализацией паразитизма, т. е. они могут переходить с дикорастущих и сеgetальных видов на культурные растения, являясь тем самым первичным источником их заражения. По этой причине необходимость выявления видового состава грибов и их питающих растений представляет актуальную задачу, решение которой позволит прогнозировать возникновение и распространение болезней в различных регионах нашей республики.

Целью наших исследований было изучение видового состава, распространения и вредоносности этих грибов в восточной части Минско-Борисовского геоботанического района [1]. Подобные работы в этом районе еще никем не проводились. Материал собирали в 1986—91 гг. маршрутным методом в лесных, луговых и болотных фитоценозах, а также в посевах сельскохозяйственных культур и на декоративных растениях Смолевичского, Борисовского и Крупского районов Минской области. Изучение собранных образцов проводили по общепринятой методике, идентификацию видового состава грибов по [2, 3, 4], а питающих растений по [5] с уточнениями, опубликованными в книге С. К. Черепанова [6]. Собранный гербарный материал хранится на кафедре ботаники Белгос-университета.

Результаты и их обсуждение

Многолетние наблюдения и микологические исследования в различных фитоценозах вышеуказанных районов позволили нам выявить 128 видов микромицетов порядка Uredinales. В систематическом отношении видовой состав ржавчинных грибов объединяется в 2 семейства и 15 родов (табл. 1).

Доминирующим по количеству видов, распространенности и вредоносности является род *Russinia* семейства Russiniaceae, который включает 69 видов, что составляет 53,9 % от всех собранных. Второе место занимает род *Uromyces* — 24 вида (18,7 %). Значительно уступает им род *Phragmidium* — 5 видов.

Видовой состав семейства Melampsoraceae гораздо беднее во всех фитоценозах. На его долю приходится всего 23 вида, или 18,0 %. Среди восьми родов данного семейства доминирующее положение занимает род *Melampsora*, насчитывающий в своем составе 11 видов. На другие роды семейства Melampsoraceae приходится по 1—3 вида.

На территории исследуемых районов выявленные ржавчинные грибы паразитировали на 257 видах высших цветковых растений, относящихся к 2 отделам, 3 классам, 44 семействам, 154 родам (табл. 2). Почти все растения-хозяева входят в отдел Magnoliophyta, класс Magnoliopsida, который включает 39 семейств и 202 вида питающих растений. Из класса Liliopsida отмечено всего лишь 5 семейств. Из отдела Pinophyta ржавчинными грибами поражались преимущественно *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris* L. и *Juniperus communis* L.

Наибольшее количество видов (по 38) пораженных растений выявлено в семействах Poaceae и Asteraceae. Среди бобовых растений (сем. Fabaceae) отмечено поражение 26 видов из 11 родов. В других семействах отмечено поражение сравнительно небольшого числа видов питающих растений.

Распределение ржавчинных грибов (пор. Uredinales)
по семействам, родам и видам питающих растений

Семейство, род	Кол-во видов грибов	%	Питающие растения		
			количество		
			семейств	видов	родов
<i>Сем. Melampsoraceae</i>					
Melampsorium Kleb.	1	0,8	1	1	2
Pucciniastrum Oth.	2	1,6	2	3	4
Thekopsora Magn.	2	1,6	2	2	4
Melampsora Cast.	11	8,5	8	10	20
Cronartium Fr.	1	0,8	1	1	1
Chrysomyxa Ung.	3	2,3	3	3	3
Coleosporium Lév.	2	1,6	5	11	18
Ochropsora Diet.	1	0,8	1	1	1
<i>Сем. Pucciniaceae</i>					
Tranzschelia Arth.	2	1,6	2	2	2
Phragmidium Link	5	3,9	1	5	5
Triphragmium Link	1	0,8	1	1	1
Gymnosporangium Hedw. f.	1	0,8	2	2	2
Uromyces (Link) Ung.	24	18,7	10	23	41
Puccinia Pers.	69	53,9	25	106	160
<i>Uredinales imperfecti</i>					
Aecidium Pers.	3	2,3	2	3	4
Итого:	128	100	44	154	257

Наиболее широким спектром поражения отличались виды рода *Puccinia* (69 видов), которые выявлены на растениях 25 семейств. Из них наибольшее количество отмечено в семействах *Asteraceae* (20), *Roaceae* (15), а также *Ariaceae* (7 видов). Виды рода *Uromyces* (24) паразитировали на представителях 10 семейств. Однако чаще они встречались на растениях семейства *Fabaceae* (12 видов).

Многие виды порядка *Uredinales* являются узкоспециализированными и не могут переходить на другие виды растений одного и того же семейства. К ним относятся *Puccinia abrotani* Fahrenh., *P. virgae-aureae* (DC.) Lib., *P. aegopodii* (Schum.) Mart., *P. betonicae* (Alb. et Schw.) DC., *P. glechomatis* DC., *Triphragmium ulmariae* (Schum.) Lk., *Uromyces betae* (Pers.) Lév., *U. ficariae* (Schum.) Lév. .

Распределение ржавчинных грибов по циклу развития приведено в табл. 3. Как видим, наиболее распространенными ржавчинниками являются полноцикловые, которые составляют 64,9 % от общего числа зарегистрированных. Среди них преобладают макроциклические разнохозяйные формы (49 видов, или 38,3 %). На однохозяйные (34 вида) приходится 26,6 %. В обоих случаях преобладают виды родов *Puccinia* и *Uromyces*.

Определенный интерес представляют микроциклические формы, которые развивают только телиоспороношения. Они представлены 16 видами (12,5 %). Основную часть среди них составляют представители рода *Puccinia* (14 видов). Среди видов с неполным циклом развития на

Систематический состав растений, пораженных ржавчинными грибами

Семейство питающих растений	Питающие растения, кол-во			Грибы, кол-во	
	родов	видов	%	родов	видов
1. Apiaceae	8	11	4,3	1	7
2. Aristolochiaceae	1	1	0,4	1	1
3. Asteraceae	23	38	14,8	2	21
4. Balsaminaceae	1	1	0,4	1	1
5. Berberidaceae	1	2	0,8	1	2
6. Betulaceae	1	2	0,8	1	1
7. Boraginaceae	2	2	0,8	1	2
8. Campanulaceae	1	4	1,5	1	1
9. Caryophyllaceae	9	11	4,3	2	4
10. Celastraceae	1	2	0,8	1	1
11. Chenopodiaceae	1	1	0,4	1	1
12. Convolvulaceae	1	1	0,4	1	1
13. Cupressaceae	1	1	0,4	1	1
14. Cyperaceae	1	10	3,9	1	3
15. Ericaceae	2	4	1,5	2	2
16. Euphorbiaceae	2	3	1,2	3	4
17. Fabaceae	11	26	10,1	1	12
18. Fumariaceae	1	1	0,4	1	1
19. Geraniaceae	1	3	1,1	1	1
20. Grossulariaceae	2	2	0,8	2	2
21. Hypericaceae	1	2	0,8	1	1
22. Iridaceae	1	1	0,4	1	1
23. Juncaceae	2	3	1,2	1	2
24. Lamiaceae	5	7	2,7	1	3
25. Liliaceae	2	2	0,8	1	1
26. Linaceae	1	1	0,4	1	1
27. Malvaceae	2	4	1,5	1	1
28. Onagraceae	3	4	1,5	1	3
29. Papaveraceae	1	1	0,4	1	1
30. Pinaceae	2	2	0,8	3	3
31. Poaceae	27	38	14,8	2	17
32. Polygonaceae	3	10	3,9	2	5
33. Pyrolaceae	2	4	1,5	2	2
34. Ranunculaceae	8	9	3,5	6	9
35. Rhamnaceae	2	2	0,8	1	1
36. Rosaceae	8	10	3,9	6	10
37. Rubiaceae	1	7	2,7	1	1
38. Salicaceae	2	10	3,9	1	5
39. Santalaceae	1	1	0,4	1	1
40. Saxifragaceae	1	1	0,4	1	1
41. Scrophulariaceae	5	6	2,3	2	2
42. Urticaceae	1	1	0,4	1	1
43. Valerianaceae	1	1	0,4	1	1
44. Violaceae	1	4	1,5	1	2
Всего:	154	257	100		

Распределение видов грибов порядка Uredinales
по циклу развития

Цикл развития	Всего видов	%
Eu — hetero — Uredinales	49	38,3
Eu — auto — Uredinales	34	26,6
Micro — Uredinales	16	12,5
Hemi — Uredinales	12	9,4
Brachy — Uredinales	9	7,0
Opsis — Uredinales	4	3,1
Cata — Uredinales	1	0,8
Endo — Uredinales	3	2,3
Итого:	128	100

Hemi- и Brachy-формы приходится 12 и 9 видов. Грибы с другими циклами развития представлены небольшим числом видов. Эти данные указывают на то, что микобиота ржавчинников района исследований представлена видами, находящимися на разных ступенях эволюционного развития. Поскольку эволюция шла в направлении от разнодомных видов с полным циклом развития к однохозяйным [7], то преобладание полноцикловых видов в данном регионе, вероятно, обусловлено не только большим разнообразием видового состава питающих растений, среди которых встречается и промежуточный хозяин того или иного вида ржавчинного гриба, но и благоприятными фитоценоотическими и климатическими условиями.

Представители порядка Uredinales находили место для своего развития в различных биотопах лесных, луговых, болотных фитоценозов, а также в посевах и посадках культурных растений. В лесных фитоценозах отмечены практически все выявленные нами роды, встречающиеся и в других типах растительности. Они развивались на древесных, кустарниковых и травянистых растениях. Среди древесных растений следует отметить поражение *Picea abies* (L.) Karst. грибом *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Ung. и *Juniperus communis* L. — грибом *Gymnosporangium cornutum* (Pers.) Arth. в бруснично-мшистом сосняке в окрестностях пос. Пекалин Смолевичского района. В других районах эти виды грибов на указанных питающих растениях не встречались.

В различных формациях леса наблюдалось поражение многих травянистых растений. Так, на многолетниках семейства *Pyrolaceae* отмечен *Pucciniastrum pyrolae* Diet. ex Arth., а на *Pulsatilla patens* (L.) Mill. — *Coleosporium pulsatillae* (Str.) Lév. На таких видах, как *Oberna behen* (L.) Ikonn. и *Silene nutans* L. развивались *Puccinia behenis* (DC.) Otth и возбудители рода *Uromyces*. На других представителях семейства *Caryophyllaceae* — *Puccinia arenariae* (Schum.) Wint. В сосновых типах леса, на опушках отмечено поражение *Agrimonia eupatoria* L. (*Pucciniastrum agrimoniae* (Diet.) Tranz.), *Hypochoeris radicata* L. (*Puccinia hypochoeridis* Oud.), *Betonica officinalis* L. (*P. betonicae*). В сырых тенистых местах леса, ольшаниках, иногда и по кустарникам отмечалось поражение видов рода *Circaea* (*Puccinia circaea* Pers.), *Chrysosplenium alternifolium* L. (*P. chrysosplenii* Grev.), *Ficaria verna* Huds. (*Uromyces ficariae*), *Mercurialis perennis* L. (*Melampsora rostrupii* G. Magn.), *Anemonoides nemorosa* (L.) Holub (*Ochropsora ariae* (Fckl.) Diet., *Tranzschelia anemones* (Pers.) Nannf.). Отмечалось также поражение таких

видов, как *Solidago virgaurea* L. (*Puccinia virgae-aureae*), *Mycelis muralis* (L.) Dumort. (*P. chondrillae* Cda.), *Scrophularia nodosa* L. (*Uromyces scrophulariae* (DC.) Fckl.) и др.

Многообразием видового состава ржавчинников отмечаются и луговые фитоценозы. Так, на территории Смолевичского района в окрестностях пос. Жажелка отмечено поражение *Arrhenantherum elatius* (L.) Mert. et Koch (*Puccinia arrhenantheri* (Kleb.) Erikss.), *Leucanthemum vulgare* L. (*P. aecidi-leucanthemi* E. Fisch.), *Cynosurus cristatus* L. (*Uromyces phyllachoroides* P. Henn.), а в окрестностях пос. Слобода местами наблюдалось 100 %-ное поражение растений *Linum catharticum* L. (*Melampsora lini* (Ehrh.) Lév.), *Astragalus danicus* Retz. (*Uromyces punctatus* Schroet.), *Euphorbia waldsteinii* (Sojak) Czer. (*U. scutellatus* (Pers.) Lév.), *Thesium ebracteatum* Hayne (*Puccinia thesii* (Desv.) Challet) и др.

На посевах культурных растений ржи, пшеницы, овса, ячменя часто наблюдалось поражение представителями рода *Puccinia*, а на бобовых — *Uromyces*.

На декоративных растениях (*Caragana arborescens* Lam., *Populus X canescens* (Ait.) Smith. и видах рода *Rosa*), используемых в озеленении, развивались соответственно *Uromyces laburni* (DC.) Otth, *Melampsora pinitorqua* (d By.) Rostr. и *Phragmidium mucronatum* (Fr.) Schlecht., *Ph. tuberculatum* J. Muchll. Поражались и декоративные травянистые растения (гвоздика бородатая, касатик, водосбор).

Анализ полученных результатов показывает, что ржавчинными грибами поражались преимущественно травянистые растения (220 видов) и значительно в меньшей степени древесно-кустарниковые (37 видов).

Список литературы

1. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адериho В. С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Мн., 1979.
2. Азбукина З. М. Определитель ржавчинных грибов советского Дальнего Востока. М., 1984.
3. Купревич В. Ф., Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Семейство *Melampsoraceae* и некоторые роды семейства *Pucciniaceae*. Мн., 1975. Ч. 1.
4. Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Л., 1978. Ч. 2.
5. Определитель растений Белоруссии / Под общ. ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. Мн., 1967.
6. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л., 1981.
7. Франшель В. Г. Обзор ржавчинных грибов СССР. М.; Л., 1939.



УДК 551.481

Г. М. БАЗЫЛЕНКО, Л. В. ГУРЬЯНОВА, Л. А. БЛАЖЕВИЧ

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ОЗ. НАРОЧЬ

Оз. Нарочь достаточно хорошо изучено в гидрохимическом и гидро-биологическом отношении [1]. Службами Белгидромета периодически публикуются данные об основных составляющих водного баланса озера, термических показателях. Однако целостное освещение особенностей термического режима озера в литературе не представлено в связи с неизученностью механизмов теплообмена между озером и окружающей средой. Исключение составляет работа Г. М. Базыленко, Л. А. Блажевич [2] по составляющим радиационного баланса. В этой связи изложим результаты анализа компонентов теплового баланса оз. Нарочь, рассчитанных нами за двадцатипятилетний период (1961—1985), что позволяет с единых позиций оценить комплекс факторов, определяющих термику озера.

Материал и методика

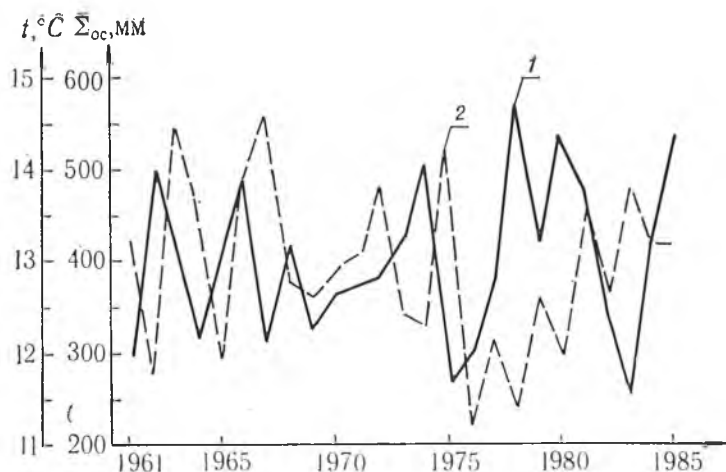
Основанием для расчета составляющих теплового баланса являются проводимые службами Белгидромета режимные наблюдения за уровнем воды в оз. Нарочь, температурой поверхностного слоя водной массы, распределением температуры по глубине в зоне максимальных глубин, объемом поверхностного притока с водосбора и стоком из озера, температурой воды в водотоках. Сведения о метеорологических показателях (температура воздуха, сумма осадков, скорость и направление ветра) приводятся по данным озерной станции Нарочь. Характер распределения донных отложений по ложу озера и их качественный состав получены из фондовых материалов лаборатории озероведения БГУ. Радиационный баланс оз. Нарочь рассчитан и опубликован в работе [2]. Для определения остальных составляющих теплового баланса используются следующие методики: метеорологические элементы над поверхностью воды — методом [3]; затраты тепла на испарение и турбулентный обмен с атмосферой — по гидрометеорологическим формулам А. П. Браславского и З. А. Викулиной [4]; тепловой сток, приток — с учетом рекомендаций Б. Б. Богословского [5]; теплозапас воды — по формуле, предложенной А. И. Тихомировым [6]; теплозапас донных отложений — по работе [7].

Результаты и их обсуждение

Расчет теплового баланса озера в безледный период выполнен по формуле

$$B - LE \pm P + Q_{\text{пр}} - Q_{\text{ст}} + Q_{\text{ос}} \pm \Delta W_{\text{в}} \pm \Delta W_{\text{г}} = 0 \pm H,$$

где B — радиационный баланс, МДж/м²; LE — затраты тепла на испарение; P — затраты тепла на турбулентный обмен с атмосферой; $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{ст}}$ — тепловой приток, сток; $Q_{\text{ос}}$ — тепло, поступающее с атмосферными осадками; $\Delta W_{\text{в}}$, $\Delta W_{\text{г}}$ — приращение теплозапаса водной массы и донных отложений; H — невязка баланса.



Многолетняя динамика средней месячной температуры воздуха (t , $^{\circ}\text{C}$) и сумма осадков ($\Sigma_{\text{ос}}$, мм) за май—октябрь по данным озерной станции Нарочь:

1 — сумма осадков; 2 — средняя месячная температура воздуха

Средние месячные значения составляющих теплового баланса оз. Нарочь за период 1961—1985 гг. приводятся в табл. 1. Оценка метеорологических условий в рассматриваемое время графически представлена на рисунке. Для каждого года рассчитана средняя месячная температура воздуха в безледный период (май — октябрь) и соответствующее значение общей суммы атмосферных осадков. Исследования показали, что среднемесячные значения температуры воздуха в мае — октябре колеблются в пределах $11,2$ — $14,6$ $^{\circ}\text{C}$ (среднее $12,9^{\circ}$). Пределы многолетних колебаний суммы атмосферных осадков за май — октябрь составляют 258 — 570 мм (среднее 401 мм). Экстремальные годы характеризуются как повышенными температурами воздуха в безледный период с суммой атмосферных осадков ниже средних значений (1967, 1975, 1983 и др.), так и при повышенной влажности температурой воздуха в мае — октябре ниже средних многолетних значений (1962, 1978, 1980 гг. и др.) (см. рисунок).

Положительные значения B , P , $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{ос}}$ (см. табл. 1) указывают на

Таблица 1

Средние месячные значения составляющих теплового баланса оз. Нарочь за безледный период 1961—1985 гг., МДж/ м^2

Составляющие теплового баланса	05	06	07	08	09	10
B	+383	+439	+419	+327	+157	+28
LE	—123	—222	—256	—253	—195	—114
P	+17	—11	—25	—37	—43	—31
$Q_{\text{пр.}}$	+3	+3	+2	+2	+1	+1
$Q_{\text{ст.}}$	—5	—5	—4	—3	—2	—2
$Q_{\text{ос.}}$	+3	+5	+6	+5	+3	+1
$\Delta W_{\text{в.}}$	—9	—10	—5	—2	+4	+9
$\Delta W_{\text{г.}}$	—2	—3	—2	—1	+1	+4
$\Sigma (+)$	406	447	427	334	166	43
$\Sigma (-)$	139	251	292	296	240	147
H , %	49	28	19	6	18	55

Таблица 2

Месячные суммы затрат тепла на испарение с водной поверхности (LE)
и турбулентный теплообмен с атмосферой (P) оз. Нарочь
за безледный период 1961—1985 гг., МДж/(м²·мес.)

Год	05	06	07	08	09	10
1961	$\frac{169}{30}$	$\frac{259}{29}$	$\frac{210}{27}$	$\frac{268}{86}$	$\frac{183}{76}$	$\frac{143}{45}$
1962	$\frac{69}{2}$	$\frac{149}{-5}$	$\frac{169}{27}$	$\frac{247}{81}$	$\frac{166}{74}$	$\frac{126}{81}$
1963	$\frac{93}{-47}$	$\frac{287}{43}$	$\frac{304}{23}$	$\frac{349}{69}$	$\frac{239}{78}$	$\frac{131}{68}$
1964	$\frac{125}{-14}$	$\frac{316}{31}$	$\frac{298}{46}$	$\frac{283}{0}$	$\frac{181}{-2}$	$\frac{116}{52}$
1965	$\frac{100}{13}$	$\frac{201}{-5}$	$\frac{319}{67}$	$\frac{210}{59}$	$\frac{196}{63}$	$\frac{144}{109}$
1966	$\frac{192}{-49}$	$\frac{320}{40}$	$\frac{336}{54}$	$\frac{386}{89}$	$\frac{220}{101}$	$\frac{97}{62}$
1967	$\frac{145}{-19}$	$\frac{290}{40}$	$\frac{353}{54}$	$\frac{305}{70}$	$\frac{242}{44}$	$\frac{132}{27}$
1968	$\frac{148}{-7}$	$\frac{239}{-14}$	$\frac{275}{-12}$	$\frac{219}{19}$	$\frac{274}{87}$	$\frac{110}{57}$
1969	$\frac{139}{19}$	$\frac{234}{48}$	$\frac{302}{39}$	$\frac{310}{46}$	$\frac{231}{60}$	$\frac{130}{41}$
1970	$\frac{121}{-59}$	$\frac{273}{4}$	$\frac{300}{34}$	$\frac{187}{45}$	$\frac{196}{73}$	$\frac{104}{61}$
1971	$\frac{110}{-39}$	$\frac{225}{61}$	$\frac{272}{18}$	$\frac{302}{24}$	$\frac{177}{34}$	$\frac{140}{18}$
1972	$\frac{65}{-34}$	$\frac{185}{-20}$	$\frac{265}{-11}$	$\frac{349}{-7}$	$\frac{201}{2}$	$\frac{115}{16}$
1973	$\frac{139}{-31}$	$\frac{244}{-22}$	$\frac{313}{2}$	$\frac{290}{10}$	$\frac{246}{12}$	$\frac{100}{36}$
1974	$\frac{174}{-15}$	$\frac{192}{-13}$	$\frac{241}{13}$	$\frac{217}{-2}$	$\frac{217}{-2}$	$\frac{130}{-18}$
1975	$\frac{161}{-37}$	$\frac{192}{-22}$	$\frac{316}{-8}$	$\frac{282}{-10}$	$\frac{237}{-24}$	$\frac{136}{-2}$
1976	$\frac{117}{-23}$	$\frac{164}{-17}$	$\frac{254}{-2}$	$\frac{201}{15}$	$\frac{214}{0}$	$\frac{46}{-75}$
1977	$\frac{126}{13}$	$\frac{168}{4}$	$\frac{194}{47}$	$\frac{183}{33}$	$\frac{191}{59}$	$\frac{84}{16}$
1978	$\frac{125}{-21}$	$\frac{193}{-2}$	$\frac{209}{29}$	$\frac{264}{50}$	$\frac{168}{48}$	$\frac{107}{30}$
1979	$\frac{91}{-75}$	$\frac{289}{5}$	$\frac{231}{62}$	$\frac{231}{34}$	$\frac{175}{39}$	$\frac{129}{-50}$
1980	$\frac{116}{11}$	$\frac{219}{13}$	$\frac{189}{20}$	$\frac{187}{45}$	$\frac{126}{42}$	$\frac{119}{51}$
1981	$\frac{170}{15}$	$\frac{206}{12}$	$\frac{289}{23}$	$\frac{206}{27}$	$\frac{138}{27}$	$\frac{128}{34}$

Год	05	06	07	08	09	10
1982	$\frac{114}{-30}$	$\frac{194}{19}$	$\frac{201}{9}$	$\frac{196}{24}$	$\frac{155}{41}$	$\frac{114}{53}$
1983	$\frac{121}{-3}$	$\frac{172}{5}$	$\frac{199}{17}$	$\frac{265}{33}$	$\frac{175}{33}$	$\frac{106}{39}$
1984	$\frac{108}{-4}$	$\frac{170}{29}$	$\frac{176}{19}$	$\frac{173}{31}$	$\frac{128}{40}$	$\frac{101}{-4}$
1985	$\frac{35}{-14}$	$\frac{165}{12}$	$\frac{177}{21}$	$\frac{218}{54}$	$\frac{190}{69}$	$\frac{77}{30}$

Примечание: в числителе — LE ; в знаменателе — P .

повышение теплозапаса, а отрицательные значения P , $Q_{ст}$, LE — на снижение теплозапаса водной массы озера. Накопление тепла водой ($\Delta W_{в}$) и донными отложениями ($\Delta W_{г}$) обозначено отрицательными, а его снижение — положительными знаками.

Положительные значения радиационного баланса (B) с мая по сентябрь указывают на то, что озеро за счет лучистого теплообмена получает тепло. В среднем за расчетный период сумма B с мая по октябрь равна 1753 МДж/м², наибольшая в 1963 г.—2009 МДж/м², наименьшая в 1977 г.—1344 МДж/м² [2].

Величина испарения с поверхности оз. Нарочь в среднем изменяется в пределах от 50 мм/мес. в мае до 104 мм/мес. в июле. В целом в течение года с поверхности озера в зависимости от метеоусловий испаряется слой воды толщиной 35—53 см. Наибольшая потеря тепла за счет испарения наблюдается в июле, когда температура поверхности воды достигает максимума, и в среднем за указанный месяц составляет 256 МДж/(м² · мес.). При смещении максимальной температуры поверхности воды на август (1966 г.—19,8 °С) величина испарения с поверхности озера увеличилась до 386 МДж/(м² · мес.). В холодном июле 1962 г. при средней температуре поверхности воды 15,9 °С величина испарения снижалась до 169 МДж/(м² · мес.). Средняя за расчетный период сумма LE с мая по октябрь оценивается в 1163 МДж/м² (пределы многолетних колебаний 856—1551 МДж/м²) (табл. 2). В хорошо перемешиваемых озерах затраты тепла на испарение являются основной статьей расхода всего поступающего в водную массу тепла за счет лучистой энергии солнца с мая по октябрь; для оз. Нарочь эта величина составляет от радиационного баланса 66 %.

Сумма тепла, поступающая на акваторию озера с атмосферными осадками за май — октябрь, в многолетний период изменяется от 15 до 30 МДж/м². Эти величины поступающего тепла в озеро более чем в 50 раз меньше затрачиваемого тепла на испарение с водной поверхности озера.

Поток тепла при турбулентном теплообмене между поверхностью озера и атмосферой направлен от воды, если ее температура выше температуры воздуха. Только в мае температура поверхности воды оз. Нарочь бывает ниже температуры приводного слоя воздуха, а с июня по октябрь — выше (см. табл. 1). Потери тепла водной массой за счет турбулентного обмена между поверхностью озера и атмосферой достигают максимума в сентябре (43 МДж/(м² · мес.)) и составляют за безледный период в среднем 130 МДж/м². Для оз. Нарочь характерна значительная многолетняя амплитуда колебаний затрат тепла на P в мае — октябре от —103 до 306 МДж/м². Суммарные отрицательные значения P указывают на то, что в безледный период в связи с особенностями погодных условий (преобладающее направление действия ветров В, СВ, СЗ румбов со ско-

ростью 2—3 м/с) наблюдается интенсивное перемешивание и охлаждение водной массы. При этих метеоусловиях характерным является понижение температуры поверхностного слоя воды озера по сравнению с окружающим воздухом (1974, 1975, 1976 гг.) (см. табл. 2). В течение безледного периода потери тепла с поверхности оз. Нарочь на обмен с атмосферой составляют 11 % величины затрат тепла на испарение, что типично для водоемов умеренной климатической зоны [6]. В экстремальные годы эта величина увеличивается до 26 % (1965 г.).

Отличительной особенностью экосистемы оз. Нарочь является незначительная площадь водосборной территории (199 км²) по сравнению с площадью озера. В этой связи доля поверхностного притока с водосбора в приходной части водного баланса озера составит около 37 % [8]. Сток из озера происходит по р. Нарочанка, доля которого в расходной части баланса не превышает 56 %. Межсезонная динамика теплового притока и стока сопоставимы и характеризуются наибольшими значениями в мае — июне (3—5 МДж/(м² · мес.)) с постепенным уменьшением к октябрю (1—2 МДж/(м² · мес.)). Для озер умеренной зоны типичным является превышение в 1,5—2 раза теплового стока над тепловым притоком [9], что связано со стоком верхнего прогретого эпилимниального слоя воды. Общая сумма теплового притока за период открытой воды оценивается в 12 МДж/м², теплового стока — 21 МДж/м².

Теплозапас водной массы оз. Нарочь определялся с учетом температуры водной массы на первое число месяца (или близкую дату) и соответствующего значения средней глубины озера [6]. При отсутствии данных по распределению тепла в водной массе (1961—1971 гг.) теплозапас озера рассчитывался по температуре поверхности воды, что в условиях перемешиваемого до дна озера в целом допустимо. В безледный период значения теплозапаса водной массы в среднем изменяются от 280 МДж/(м² · мес.) в мае до наибольших значений в августе — 708 МДж/(м² · мес.). Наиболее интенсивное накопление тепла в водной массе происходит в мае — июне (на 150—250 МДж/(м² · мес.)).

Теплозапас донных отложений оз. Нарочь рассчитывался с учетом толщины теплоактивного слоя донных отложений, который для озер умеренной зоны равен 3 м [6]. Основная часть озерного ложа (52 % от общей площади) выстилается карбонатными и кремнеземистыми сапропелями с содержанием органического вещества 47—57 %. Остальная часть дна оз. Нарочь представлена песком заиленным и песком с содержанием органического вещества около 10 %. По данным, полученным С. С. Бакастовым [7], теплоемкость донных отложений озера находится в пределах 1,17—18,58 МДж/(м² · К). Средневзвешенное значение по площади дна озера теплоемкости грунтов составляет 9,49 МДж/(м³ · К) и использовалось нами для расчета теплозапаса теплоактивного слоя донных отложений. Исследования, проведенные нами, показали, что среднее значение теплозапаса донных отложений в мае оценивается в 182 МДж/(м² · мес.) и достигает максимума в августе — 355 МДж/(м² · мес.). Наибольшее количество тепла донные отложения получают в мае — июне. Наименьшее приращение теплозапаса донных отложений приходится на август. С начала сентября донные отложения начинают отдавать тепло в воду (см. табл. 1).

Расчет теплозапасов оз. Нарочь позволяет оценить роль донных отложений в тепловом бюджете этого водоема. В апреле доля теплозапаса донных отложений в общем теплозапасе озера составляет около 50 %. В мае она уменьшается до 44 %. С дальнейшим прогреванием озера до максимального и в начале периода осеннего охлаждения доля теплозапаса донных отложений составляет 30—35 %.

Анализ и сопоставление элементов теплового баланса позволяют выявить основные причины невязки, относительное значение которой к сумме составляющих изменяется от 6 до 60 %: недостаточная точность для всей акватории данных по температуре воды и донных отложений, влияющие нарушения плавности хода гидрометеорологических условий. В ре-

зультате наиболее существенные величины невязки прослеживаются в периоды интенсивного прогревания (май) и охлаждения озера (октябрь) (см. табл. 1).

В условиях естественных водоемов основным источником поступления тепла является лучистая энергия солнца. В этой связи целесообразно провести сопоставление суммарных значений основных компонентов теплового баланса за безледный период с поглощенной радиацией. Значения поглощенной радиации и эффективного излучения приводятся в работе [2]. За исследуемый период затраты тепла на испарение от поглощенной радиации составляют в среднем 46 %; эффективное излучение — 31; турбулентный теплообмен с атмосферой — 5; тепловой приток — 0,5; тепловой сток — 0,8; тепло, поступающее с атмосферными осадками — 0,9 %. В период интенсивного прогревания водоема (май — август) 20 % от суммы поглощенной радиации аккумулируются в водной массе озера и 6 % — в донных отложениях.

Таким образом, определяющим фактором термического режима оз. Нарочь в безледный период является энергетический обмен между поверхностью воды и приповерхностным слоем воздуха (испарение, эффективное излучение, турбулентный теплообмен). В результате этих процессов более 80 % поглощенной водой радиации возвращается в атмосферу. В сумме аккумулированного тепла в период открытой воды на теплозапас водной массы приходится 60—70 %, соответственно на теплоактивный слой донных отложений — 30—40 %.

Список литературы

1. Экологическая система Нарочанских озер / Под ред. Г. Г. Винберга. Мн., 1985.
2. Базыленко Г. М., Блажевич Л. А. Радиационный режим Нарочанских озер // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 3. С. 66.
3. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов / Под ред. В. Н. Кузнецова, В. С. Голубева, Т. Г. Федоровой. Л., 1969.
4. Браславский А. П., Викулина З. А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Л., 1954.
5. Богословский Б. Б. Водный баланс и термика озер и водохранилищ. Л., 1979.
6. Озеро Кубенское. Гидрология / Под ред. Т. И. Малининой, И. М. Распопова. Л., 1977. Ч. 1.
7. Буторин Н. В., Курдина Т. Н., Бакастов С. С. Температура воды и грунтов Рыбинского водохранилища. Л., 1982.
8. Курганова Н. М., Иодо А. А. Водный баланс озера Нарочь // Комплексное использование водных ресурсов: Сб. науч. тр. М., 1978. Вып. 6. С. 32.
9. Гурьянова Л. В. Тепловой баланс водоема-охладителя ТЭС // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2. С. 47.

УДК 551.481.1

Л. В. ГУРЬЯНОВА, С. Ф. ТУМИШСКАЯ

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС МЕЛКОВОДНОГО ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ПОЛЕСЬЯ (на примере оз. Червоное, РБ)

Белорусское Полесье — район широкомасштабного осушения земель и интенсивной хозяйственной деятельности. Мелиорация озерных водосборов, забор воды из водоемов на орошение, водоснабжение рыбхозов делают актуальными проблемы оптимизации водного режима озер. На примере самого крупного (площадь 40,7 км²; объем 49 млн м³; максимальная глубина 4,5 м) и достаточно хорошо изученного озера Белорусского Полесья — оз. Червоное, водосборная территория которого более чем на 40 % представлена польдерными осушительно-увлажнительными системами, рассмотрим основные составляющие водохозяйственного баланса озера.

Водосборный бассейн оз. Червоное (общая площадь 353 км²) располагается в центральной части Полесской низменности. Для северо-восточных и восточных частей бассейна характерен плоский и волнистый рельеф, осложненный невысокими моренными холмами, заболоченными песчано-супесчаными почвами, широколиственно-сосновыми лесами. Остальная часть водосбора озера представлена низинными болотами, используемыми для выращивания многолетних трав, частично зерновых культур, добычи торфа.

В оз. Червоное впадают два незарегулированных водотока — р. Деменка и кан. Тесна. Р. Деменка, впадающая с восточного берега, имеет длину 16 км, площадь водосбора 109 км², около 80 % которого занято лесом, заболоченность — 2 %, среднегодовой расход воды, рассчитанный для устья, составляет 0,21 м³/с. С северного берега в озеро впадает кан. Тесна с притоком кан. Катуха, общей длиной 29 км, площадью водосбора 102 км². Основная часть водосборной территории (70 %) занята под лесом, заболоченность — 5 %. Средний годовой расход воды в устьевой части кан. Тесна оценивается в 0,16 м³/с.

На северном берегу озера располагаются польдеры колхозов «Парижская коммуна» и «Октябрь» с механическим сбросом дренажных вод в оз. Червоное. Площадь каждого из польдеров оценивается около 30 км². В структуре землепользования преобладают сельскохозяйственные угодья (90 %), представленные в основном сенокосами, пастбищами. Исходя из имеющихся данных за 1982—1989 гг., ежегодные объемы воды, перекачиваемой в озеро насосной станцией колхоза «Парижская коммуна», изменяются в пределах 2,2—11,1 млн м³, колхоза «Октябрь» (данные 1984—1989 гг.) — 2,7—8,5 млн м³.

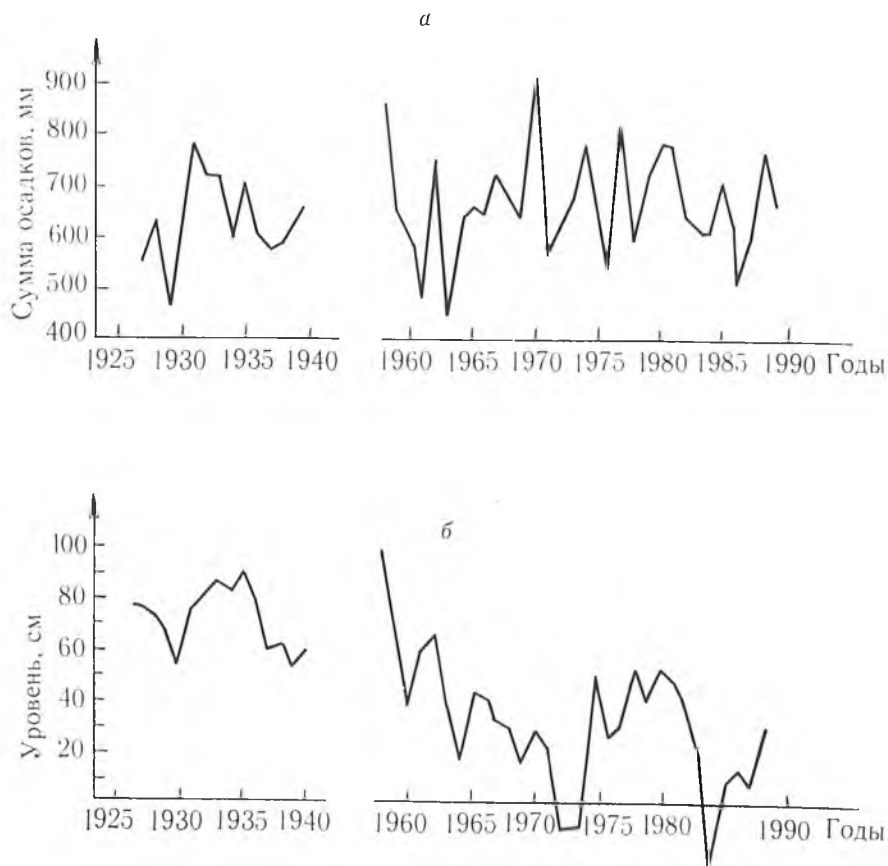
По южному берегу озера располагаются польдеры колхозов «Заря» и им. В. И. Ленина. Сельскохозяйственные угодья польдера колхоза «Заря» общей площадью около 6 км² в основном используются под пашню (более 70 %). Объемы перекачиваемой в озеро воды оцениваются в 2,5 млн м³/год. Сброс воды с мелиоративного объекта колхоза им. В. И. Ленина общей площадью около 13 км² производится с помощью насосной станции в объемах 2,5—8,9 млн м³/год.

По западному берегу озера располагается поле торфодобычи ТБЗ «Житковичский» общей площадью около 54 км², при этом площади действующих торфоучастков составляют примерно 30 %. Имеющиеся данные за 1982—1989 гг. свидетельствуют о сбросе воды в оз. Червоное в объемах 12,1—21,9 млн м³/год.

Таким образом, ландшафтные особенности и характер современного использования водосбора озера определяют новые условия формирования поверхностного стока и его внутригодовой динамики. Для восточной части водосборной территории озера, дренируемой незарегулированными водотоками при густоте речной и мелиоративной сети 0,1—0,3 км/км², годовой модуль стока оценивается в 3 л/с·км². В весеннее время (март, апрель) по водотокам поступает до 70 % годового стока, в летнее время — около 6 %. При эксплуатации сельскохозяйственных польдеров и торфоучастков на низинных торфяниках дренированность территории увеличивается до 2—8 км/км², модуль годового стока за счет вскрываемых почвенно-грунтовых вод возрастает до 4—12 л/с·км².

Несмотря на интенсивное хозяйственное освоение водосбора в условиях плосковолнистого рельефа с небольшой амплитудой высот (153,7—136,2 м), слабый эрозионный взрез дренажных каналов обусловил незначительную долю подземных вод в питании озера — менее 1 % от объема приточных вод с водосбора.

Сток воды из оз. Червоное осуществляется по Озерному и Житковичскому каналам, берущим начало на южном побережье озера. Ввиду того, что на восточной акватории озера у истока Озерного канала развилась сплавина, в канале отсутствует явно выраженное течение воды. Исток Житковичского канала располагается на западных окраинах д. Пуховичи. Ширина его русла составляет 18 м, средняя глубина воды



Многолетняя динамика годовой суммы осадков по метеостанции Житковичи (а) и среднегодового уровня воды оз. Червоное (б)

в течение года изменяется от 0,3 до 0,7 м. В зависимости от уровня заполнения озерной котловины расходы воды в канале изменяются от 0,3 до 3,8 м³/с.

Изъятие объемов воды из озера происходит также в связи с используемой технологией по добыче сапропеля (100 тыс. т в год). Работа земснаряда (производительностью 2000 м³/ч) продолжается 11 ч в сутки в течение периода май — октябрь. Содержание взвешенных веществ не превышает 5 % от объема перекачиваемой воды. В течение сезона работы земснаряда из озера изымается около 3,8 млн м³ воды. Учитывая, что, согласно технологии добычи сапропеля, заполняется 50 % имеющихся чеков (около 45 га), за период май — октябрь происходят потери воды на испарение в объеме 0,3 млн м³. Оставшаяся часть воды (3,5 млн м³) по водоподводящему каналу, а также путем фильтрации подается на насосную станцию мелиоративного объекта колхоза им. В. И. Ленина и сбрасывается в оз. Червоное.

Объемы воды, поступающие с атмосферными осадками на площадь водного зеркала оз. Червоное, оцениваются с учетом данных метеостанции Житковичи и изменения площади водного зеркала озера в зависимости от его уровня. За период наблюдений на МС (1926—1989) площадь водного зеркала озера изменилась от 33 до 44 км²; годовые суммы осадков от 460 до 915 мм (среднее значение 652 мм) (рисунок).

За период наблюдений (1960—1989) среднее значение испарения, рассчитанное по [1], с водной поверхности озера в теплый период (апрель — октябрь) составляло 705 мм. Сопоставление данных за 1960—1989 гг. значений годовой суммы осадков на водное зеркало озера и испарения за период апрель — октябрь показывает, что в среднем для

озера типично превышение испарения над осадками в размерах 130 мм/год.

Отдельные сведения по уровенному режиму оз. Червоное приводятся в [2], работах А. Г. Булавко, Т. Н. Барановской [3], П. С. Лопуха [4]. Подчеркнем существенные особенности динамики уровня озера в связи с изучением его водохозяйственного баланса. В домелиоративный период отметки уровня воды озера изменялись в пределах 135,86—136,51 м (см. рисунок). Межсезонная амплитуда колебаний уровня воды озера не превышала 0,5 м. В период начала мелиоративных работ по осушению земель Полесской низменности (50-е гг.) и сокращения площади водосбора на 50 % (197 км²) прослеживается устойчивая тенденция к понижению среднегодового уровня воды в озере независимо от водности года. В последнее десятилетие среднегодовые отметки уровня воды не являются стабильными. В маловодные годы (1983, 1984, 1986, 1987) средние за год отметки уровня воды изменялись в пределах 135,20—135,63 м, что является наименьшим за период наблюдения. По состоянию на 1989 г. и 1990 г. среднемесячные значения уровня оз. Червоное изменяются в пределах 135,65—136,02 м, что ниже максимальных отметок домелиоративного периода на 0,5 м.

Для расчета водохозяйственного баланса используется следующее уравнение:

$$Y_{\text{пр}} + X \pm Y_{\text{подз.}} - Y_{\text{ст.}} - Z - S = \pm \Delta H,$$

где $Y_{\text{пр.}}$ — приток с водосбора; X — осадки на водное зеркало; $Y_{\text{подз.}}$ — подземный приток и сток; $Y_{\text{ст.}}$ — сток из озера; Z — испарение; S — потребление воды при гидромеханизированном способе добычи сапропелей; $\pm \Delta H$ — приращение уровня (сработка или аккумуляция).

Величина поверхностного притока с водосбора в озеро по состоянию на 1989 г. оценивается в 52,9 млн м³ (таблица). При этом основная часть годового поступления вод (78 %) приходится на перекачиваемые воды с польдерных систем и 22 % на незарегулированные водотоки — р. Деменка и к-л Тесна. Около 48 % от величины годового притока составляет отток из озера по Житковичскому каналу. Доля осадков в приходной части водного баланса составляет 33 %, на испарение приходится 51 % от расходной составляющей. Заборы воды при гидромеханизированном способе добычи сапропелей составляют 6 % от расходной части баланса. Максимальный средний месячный приход воды в озеро более чем в два раза превышает минимальный. В расходной части баланса это соотношение составляет более 6, что свидетельствует о малой зарегулированности озера. Сработка объема воды озера происходит в течение июня — сентября.

Между ежемесячными значениями приходной и расходной частей определяется соответствующая разница или невязка баланса. Наибольшие значения невязки характерны для первых месяцев года. Учитывая, что доля грунтового притока — стока невелика, невязка баланса связана с оценкой поверхностного притока-стока.

В течение года поступление воды в озеро происходит крайне неравномерно (см. таблицу). Наибольший поверхностный приток наблюдается в марте (15 % годовой величины), а затем в апреле. Всего за март и апрель в озеро поступает более 25 % годовой величины, что приводит к повышению уровня озера на 0,1 м.

Меньше всего воды поступает в вегетационный сезон (май — сентябрь). Это связано с тем, что в ходе увлажнения сельскохозяйственных земель переброс воды насосными станциями ограничен и не превышает 1—3 млн м³/год. Сток по незарегулированным водотокам ограничен (0,07—0,50 млн м³/мес.). Объемы воды, поступающие с атмосферными осадками, оцениваются в 1—4 млн м³/мес. В вегетационный период значительно возрастает как испарение с площади водного зеркала (2—7 млн м³/мес.), так и хозяйственное водопотребление из озера. Заборы воды на водоснабжение рыбоводных прудов производятся

Основные составляющие водохозяйственного баланса оз. Червоное в 1989 г., млн м³

Составляющие	Месяц												Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Приходная часть													
Польдер «Парижская коммуна»	1,14	0,68	0,82	0,26	0,22	0,15	—	0,09	0,12	0,31	0,41	0,44	4,64
Польдер «Октябрь»	0,27	1,63	1,48	1,46	0,53	0,13	0,07	0,51	0,54	1,01	0,47	0,49	8,59
Польдер «Заря»	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,18
Польдер им. В. И. Ленина	1,48	0,96	0,92	0,96	0,92	0,37	0,63	0,27	0,49	0,32	0,95	0,66	8,93
ТБЗ «Житковичский»	2,08	1,23	2,23	1,22	0,99	1,50	1,67	0,41	2,09	2,43	1,70	1,27	18,82
К-л Тесна	0,14	0,09	2,28	1,19	0,40	0,16	0,09	0,07	0,08	0,11	0,18	0,29	5,08
Р. Деменка	0,18	0,12	2,97	1,58	0,51	0,21	0,12	0,09	0,10	0,15	0,24	0,38	6,65
Осадки	1,42	1,20	1,26	1,87	1,21	3,06	1,79	4,16	2,96	3,56	1,41	1,73	25,63
Приток грунтовых вод	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
Итого:	6,72	5,92	11,97	8,55	4,79	5,59	4,38	5,64	6,42	7,94	5,42	5,30	78,64
Расходная часть													
Испарение	—	—	—	2,82	5,08	5,94	7,14	5,16	2,65	1,44	—	—	30,23
Отток грунтовых вод	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,040
Житковичский канал	1,55	1,98	2,87	2,72	2,95	2,49	1,61	1,39	2,20	2,49	1,66	1,60	25,51
Добыча сапропелей	—	—	—	—	0,65	0,63	0,65	0,65	0,63	0,65	—	—	3,85
Итого:	1,55	1,98	2,87	5,54	8,68	9,06	9,40	7,20	5,48	4,58	1,66	1,60	59,59
Сработка	0,81	—	—	—	—	2,82	5,24	6,05	1,61	—	—	—	16,53
Аккумуляция	—	7,66	2,42	1,61	0,40	—	—	—	—	2,02	2,82	0,81	17,74
Приходная часть	7,53	5,92	11,97	8,55	4,79	8,41	9,62	11,69	8,03	7,94	5,42	5,30	95,17
Расходная часть	1,55	9,64	5,29	7,15	9,08	9,06	9,40	7,20	5,48	6,60	4,48	2,41	77,33
Невязка	+5,98	-3,72	+6,68	+1,40	-4,29	-0,65	+0,22	+4,49	+2,55	+1,34	+0,94	+2,89	+17,84

в объемах 1—3 млн м³/мес. при добыче сапропелей — 0,6 млн м³/мес. Естественно, что при отсутствии регулирующих сооружений по поддержанию уровня воды озера в вегетационный период наблюдается понижение уровня озера на 0,35 м (1989 г.). Данная тенденция будет сохраняться и в последующие годы, если не разработать инженерные мероприятия по поддержанию уровня воды в озере.

В осенне-зимний период расходная составляющая водного баланса уменьшается до 1,5—4,6 млн м³/мес. за счет резкого снижения испарения с водной поверхности, прекращения добычи сапропелей, ограничения водопотребления на нужды рыбхоза объемами 1,5—2,5 млн м³/мес. В этот период наполнение озерной котловины осуществляется в основном за счет поступления сбросных вод насосных станций (50—70 % от общего прихода воды).

Таким образом, в условиях проведения осушительной мелиорации земель (в объемах 40 % от площади озерного водосбора) с использованием озера в качестве водоприемника дренажных вод наблюдается увеличение объема годового стока в 2—3 раза по сравнению с домелиоративным периодом. Однако недоучет техногенных трансформаций притока с водосборной территории, экологически ненормированное водопотребление вызывают понижение уровня мелководного озера.

Список литературы

1. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов / Под ред. В. И. Кузнецова, В. С. Голубева, Т. Г. Федоровой. Л., 1969.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР: Белоруссия и Верхнее Поднепровье / Под ред. К. А. Ключева. Л., 1971. Т. 5. Ч. 1.
3. Булавко А. Г., Барановская Т. Н. // Проблемы Полесья. Мн., 1984. Вып. 9. С. 33.
4. Лопух П. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2. С. 46.

УДК 911.3.312(476)

И. В. ЗАГОРЕЦ

ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ НА ТРУДОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. вызвала резкое увеличение миграционной активности населения пораженных районов Гомельской и Могилевской областей. Наблюдается два пика миграций. Первый, в 1986 г. сразу же после аварии, вызван главным образом эвакуацией населения из 30-километровой зоны. Второй пик, по величине превосходящий первый, наблюдается с 1989 г. по настоящее время. За прошедшие после аварии годы была проведена значительная работа по анализу реальных последствий аварии, которые стали достоянием гласности, разработана программа поэтапного планового переселения населения из загрязненной местности. В 1990 г. впервые Гомельская область имела отрицательное сальдо миграции как городского, так и сельского населения.

В целях изучения миграционных процессов Гомельской области по заданию БелНИИПградоостроительства на кафедре экономической географии зарубежных стран географического факультета была создана творческая группа. Были обработаны около 150 тыс. карточек учета миграционных перемещений населения области за 1990 г. Изучались объемы и структура миграций, миграционные связи области. Автором данной статьи было проанализировано воздействие миграционных перемещений на трудоресурсный потенциал области. Для этого изучалась структура мигрантов по цели перемещения, по уровню образования, возрасту, профессиональному составу, семейному положению, месту рождения.

Большинство мигрантов Гомельской области перемещалось с целью перемены постоянного места жительства. Сюда входят и переселяющиеся с загрязненных территорий как по плановому, так и по свободному отселению.

Мотивация «перемены места жительства» более выражена среди сельского населения. Около 80 % миграционной убыли селян обусловлено именно этой причиной. Главное объяснение — большая радиоактивная загрязненность сельской местности по сравнению с городами, большее плановое отселение. Часть мигрантов использует удобный случай для удовлетворения давней мечты — переезда в город, в том числе в Минск.

Почти пятая часть миграционной убыли обусловлена желанием сельской молодежи продолжить образование, главным образом в городских поселениях. Необходимо отметить, что часть молодежи использует получение образования как возможность ускорить отъезд из загрязненной зоны. Отъезд на временную работу почти не оказывает влияния на величину миграционной убыли сельских жителей.

Значительны потери сельского населения из-за призыва в армию. Во всех районах области (как «грязных», так и «чистых») сальдо миграции в армию отрицательное, в городах близко к нулю.

Переезд на новое место жительства городского населения в значительной степени покрывается переездом в города селян, поэтому они имеют почти в пять раз меньшую величину миграционной убыли, чем село. На учебу в города (в основном в Гомель) приехало больше, чем уехало. Однако в целом область потеряла более 3 тыс. человек, продолживших образование за ее пределами. Среди городского населения отток на временную работу превышает приток. Особенно это выражено в гг. Мозырь, Речице, имеющих давние связи с Тюменской областью.

Миграция населения в Гомельской области в целом ведет к неблагоприятному общему снижению уровня образования населения. Отрицательное сальдо миграции имеют все группы населения, но почти половина общей убыли приходится на долю лиц с высшим, неполным высшим и средним специальным образованием.

Чем крупнее город, тем сильнее в нем падение образовательного уровня. Отдавая наиболее высокообразованных работников, города, особенно Гомель и Мозырь, принимают переселенцев из сельской местности с самым низким уровнем образования.

В результате миграции населения в Гомельской области произошло уменьшение численности представителей практически всех профессий, за исключением военнослужащих и спецконтингента. В 1990 г. сальдо миграции спецконтингента составляло +600 человек. На наш взгляд, это объясняется двумя причинами. Во-первых, близостью плохо охраняемой зоны отселения со значительными материальными ценностями. Во-вторых, в условиях массового отъезда коренного населения людям с судимостью легче получить прописку, жилье, работу. Если тенденция сохранится на перспективу, это неминуемо скажется на состоянии криминогенной обстановки в области.

В сельской местности наблюдался значительный отток пенсионеров и сельхозработных, большая часть которых переселялась в города. Это привело к появлению ряда социальных и экономических проблем. Так, появление в городе сельскохозяйственных рабочих, переселяемых из «грязных» зон, потребует их переквалификации, что нелегко в условиях надвигающейся безработицы. Увеличение количества пенсионеров и школьников в городах требует пропорционального увеличения количества работающих в сфере обслуживания, здравоохранения, образования. В то же время здесь наблюдается значительный отток именно этих категорий работников. Таким образом, миграция приводит к дальнейшему ухудшению социально-бытовых условий жизни населения, и так являющихся неудовлетворительными.

Из-за миграции населения происходит ухудшение обеспеченности

кадрами промышленных предприятий города. Так, только за 1990 г. отрицательное сальдо миграции рабочих всех отраслей народного хозяйства в городах составило около 4,4 тыс. человек, инженерно-технических работников — более 2 тыс., руководящего состава ИТР — более 700 человек. Таким образом, нарушаются пропорции между тружениками различной квалификации, ощущается дефицит руководителей высшего и среднего звена, что не может не привести к снижению эффективности производства.

Как и следовало ожидать, в городах сальдо учащихся ПТУ, техникумов, вузов отрицательное, ведь города — центры подготовки кадров. Но в Гомельской области отрицательное сальдо в городах не уравновешивается положительным сальдо в сельской местности, значительная часть выпускников вузов и ПТУ выезжает за пределы области.

Миграция охватывает все возрастные группы, но наибольший отток наблюдается среди молодого трудоспособного населения 16—39 лет (почти половина всех миграционных потерь). Аномальным является широкое вовлечение в миграционные процессы возрастной группы 60 лет и старше — результат планового переселения из загрязненных зон.

В сельской местности наиболее ощутимы миграционные потери в старших возрастах, особенно в группе 60 лет и старше (около 1/3 всех потерь), что объясняется возрастной структурой населения, плановым отселением целых деревень.

В городских поселениях наблюдался приток детей до 16 лет, часть из которых приезжала в города для продолжения образования. Часть детей привозят в города родители, привлеченные возможностью получения более квалифицированной медицинской помощи, более жестким контролем за состоянием среды и продуктами питания, лучшим обеспечением экологически чистыми продуктами и т. д. Отмечается в городах и приток старших возрастов (около 1,5 тыс. человек), переселяемых из сельской местности. Наибольшие потери городские поселения несут в среднем трудоспособном возрасте 25—39 лет.

Таким образом, миграция способствует некоторому улучшению возрастной структуры населения на селе и ухудшению ее в городах.

Миграционные процессы вызывают существенные изменения и в структуре населения по семейному положению. Наблюдается весьма существенный отток людей, состоящих в браке. Большинство из них имеют детей (или хотят иметь в будущем) и стремятся выехать в экологически более благоприятные места. Наблюдается также значительный отток вдов, объясняемый в значительной степени переселением лиц пенсионного возраста (а именно они составляют большинство вдовцов). В тот же год наблюдалось увеличение числа одиночек, не состоявших в браке. Поскольку это увеличение не сопровождалось ростом численности молодых возрастов, оно не может быть объяснено лишь притоком учащейся молодежи. Очевидно, наметилась тенденция притяжения областью категории лиц, которых устраивают высокие заработки (доплаты за экологическое благополучие), но не волнует проблема здоровья детей, так как они не собираются их иметь. Эта тенденция приведет к негативным демографическим последствиям, будет способствовать дальнейшему снижению рождаемости.

В целом структура населения по семейному положению в результате миграции подвергается большей деформации в городских поселениях. Именно здесь наблюдается значительное увеличение числа одиночек (никогда не состоявших в браке и вдовцов), что имеет негативные социальные и демографические последствия.

Анализ изменений в структуре населения по месту рождения показывает, что большинство мигрантов (почти 2/3) — местные уроженцы. Как и следовало ожидать, среди прибывших в область их доля ниже, чем среди выбывших; среди городских поселений выше, чем среди сельских. Отмечается большая доля уроженцев Могилевской и Минской об-

ластей; значительна доля уроженцев других республик, причем среди прибывающих их больше, чем среди выбывающих. Очевидно, повышенная радиация в меньшей степени волнует приезжих, хуже информированных о последствиях.

Анализ находившегося в нашем распоряжении обширного материала позволяет сделать следующие выводы.

1. Трудоресурсный потенциал Гомельской области в результате миграционных процессов резко снижается. Идет отток наиболее молодого, высококвалифицированного, высокообразованного населения за пределы области. Миграция вызывает серьезное ухудшение демографической ситуации. Идет общее старение населения, снижение количества и доли семей. Уменьшается удельный вес коренных жителей, на смену которым приходят временные работники. Это может вызвать длительные негативные экономические (нехватка рабочих рук, специалистов высшей квалификации), социальные (увеличение расходов на пенсионное обслуживание, необеспеченность все возрастающей потребности в медицинском, культурно-бытовом, торговом обслуживании из-за нехватки кадров), демографические последствия.

2. Трудоресурсный потенциал городских поселений области претерпевает значительно более разрушительные изменения, чем сельской местности. В городах (Гомеле, Мозыре) происходит резкое снижение количества и доли трудоспособного населения, лиц наиболее высокой квалификации и уровня образования.

3. В зоне радиоактивного загрязнения, как в сельской местности, так и в городских поселениях, трудоресурсный потенциал снижается за счет значительного миграционного оттока населения. Парадокс ситуации заключается в том, что в ряде случаев происходит даже улучшение качественного состава оставшегося населения. Сплошное плановое отселение охватывает значительную часть нетрудоспособного населения (детей и пенсионеров) и приводит зачастую к увеличению доли трудоспособного населения. Желание сэкономить на переселении приводит к первоочередному отселению одиноких престарелых, а не молодых семейных, предъявляющих повышенные требования к условиям жизни. Все это ведет к омоложению населения в пострадавших районах.

4. В области формируются два полюса с противоположными тенденциями в динамике трудоресурсного потенциала.

Первый из них — «негативный» — охватывает города Гомель, Мозырь, Добруш, а также Гомельский и Жлобинский районы. Здесь отмечается наиболее значительный отток высококвалифицированной молодежи, приток низкоквалифицированных кадров пенсионного возраста. Снижение трудоресурсного потенциала происходит наиболее быстрыми темпами.

Второй полюс — «позитивный» — включает в себя Октябрьский и Петриковский районы, гг. Жлобин, Петриков, Сосновый Бор, Светлогорск. Трудовой потенциал здесь возрастает за счет притока мигрантов, причем наиболее молодых и высокообразованных, что приводит к качественному улучшению структуры населения.

Наличие двух миграционных полюсов в области диктует проведение особой политики.

Так, в районах «позитивного» полюса увеличение количества и качества трудовых ресурсов создает предпосылки ускоренного наращивания экономического потенциала. Новые производства в области целесообразно размещать именно здесь. Сюда же рекомендуется передислоцировать ряд производств из загрязненных зон, особенно перерабатывающих сельскохозяйственное сырье: например, Хойникский консервный завод, Наровлянскую кондитерскую фабрику. Это позволит сэкономить значительные материальные ресурсы как на жестком контроле за качеством продукции, так и на выплатах работающим на них, снизит наметившийся дефицит кадров. Октябрьский и Петриковский районы относительно редкозаселенные, что создает благоприятные условия

для переселения сюда, а не в крупные города, сельских жителей. Здесь необходимо создать резервные фонды: земельный, материально-технических ресурсов, создать режим наибольшего благоприятствования для переселенцев, желающих заняться фермерским хозяйством.

В «негативном» полюсе со значительным падением трудоресурсного потенциала наращивание производственных мощностей нецелесообразно. Наоборот, миграция населения в трудоспособном возрасте несколько смягчает социальную напряженность в современной экономической ситуации, характеризующейся хроническими недопоставками сырья (в первую очередь нефти) и комплекующих, вызывающих угрозу массовой безработицы.

Изменение возрастного состава населения диктует необходимость преимущественного наращивания непроизводственной сферы, в первую очередь здравоохранения, сферы обслуживания, торговли. В современных условиях это возможно только за счет развития мелкого предпринимательства. В то же время политика резкого увеличения численности обучающихся в средних специальных и высших учебных заведениях области, на наш взгляд, малоэффективна. Это в условиях острого дефицита квалифицированных преподавателей и специалистов приводит лишь к резкому падению качества обучения и не решает проблему обеспеченности кадрами области, так как значительная часть выпускников уезжает за ее пределы.

В заключение в качестве дискуссионного предлагаем вопрос о возможности освобождения от «чрезвычайного черныбыльского» налога те предприятия, хозяйства и учреждения, которые принимают на работу переселенцев из пострадавших районов. В этом случае из обузы они превратятся в желанных работников, что особенно актуально в условиях надвигающейся массовой безработицы, позволит улучшить адаптацию переселенцев к новым условиям.

УДК 574.5(285.2)

Г. Г. ВЕЖНОВЕЦ, С. А. БОЙКОВА, А. Ю. КАТАЕВ

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОЗ. МИОРСКОЕ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Оз. Миорское расположено в Витебской области, относится к бассейну Западной Двины. Площадь зеркала 1,15 км², максимальная глубина 13,2, средняя — 4,5 м. Котловина ложбинного типа, делится на три плеса. Восточный плес отделен дамбой с проложенными в ней трубами, в результате чего практически прекращен естественный водообмен с остальной частью озера (рисунок). Озеро находится в черте г. Миоры и подвергается сильному загрязнению со стороны хозяйственно-бытовых объектов, расположенных в непосредственной близости от водоема (льнозавод, хлебозавод, молокозавод, районная больница, автомобильный парк и пр.).

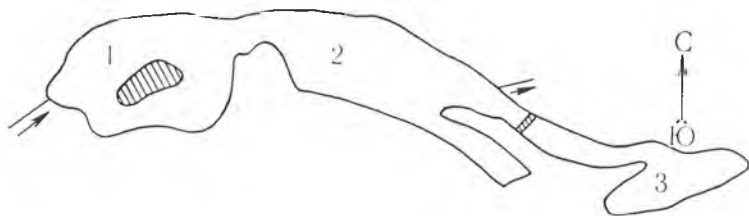


Схема оз. Миорское:

1 — Западный плес, 2 — Центральный плес, 3 — Восточный плес

Таблица 1

Средние показатели численности, млн кл/л (над чертой)
и биомассы, г/м³ (под чертой) фитопланктона оз. Миорское

Отделы водорослей	Июль 1971 г.	Июнь — июль 1990 г.		
	В среднем по озеру	Восточный плес	Центральный и западный плесы	В среднем по озеру
Синезеленые	$\frac{0,689}{0,94}$	$\frac{129,239}{19,39}$	$\frac{127,461}{19,12}$	$\frac{128,35}{19,26}$
Зеленые	$\frac{2,448}{2,58}$	$\frac{0,724}{0,17}$	$\frac{12,220}{2,81}$	$\frac{6,472}{1,49}$
Диатомовые	$\frac{0,156}{0,16}$	$\frac{0,148}{0,15}$	$\frac{0,443}{0,44}$	$\frac{0,295}{0,30}$
Пирофитовые	—	$\frac{5,671}{8,51}$	$\frac{0,200}{0,30}$	$\frac{2,936}{4,41}$
Эвгленовые	$\frac{0,044}{0,16}$	$\frac{0,014}{0,05}$	$\frac{0,021}{0,08}$	$\frac{0,018}{0,07}$
Золотистые	—	$\frac{0,011}{—}$	$\frac{0,005}{—}$	$\frac{0,008}{—}$
Всего	$\frac{3,337}{3,84}$	$\frac{135,807}{28,27}$	$\frac{140,350}{22,75}$	$\frac{138,079}{25,53}$

Задача данного исследования — оценить современное состояние гидробиологических параметров экосистемы водоема и степень изменения их в условиях сильного антропогенного воздействия.

Материалом работы послужили трехразовые исследования гидробиологического режима озера в июне — июле 1990 г. в восточном, центральном и западном плесах. Для определения биомассы фитопланктона использовали данные по сырой массе 1 млн клеток для различных отделов [1]. Индивидуальную массу доминирующих видов ракообразных определяли по связи массы и длины тела [2].

В фитопланктоне оз. Миорское отмечено 117 таксонов водорослей, 50 % которых составляют протококковые. «Цветение» воды в восточной части озера наблюдалось уже в середине июня, за счет сильной вегетации *Oscillatoria agardhii* Gom. из синезеленых водорослей. В это время в основной части озера численность и биомасса в равной мере были образованы протококковыми и синезелеными. Затем, к середине июля, волна «цветения» перешла в центральную, а к концу месяца в западную часть озера. Максимум количественных показателей на этих участках составлял соответственно: численность — 382,1; 233,1; 173,1 млн кл/л, биомасса — 59,1; 35,7; 26,5 г/м³. После июньского «цветения» воды в июле в восточной части количество синезеленых уменьшается до 5,4 млн кл/л. Качество воды так ухудшается, что только несколько видов с высокой приспособленностью достигают массового развития. Это обитатели сточных вод *Cryptomonas ovata* Ehr. var. *ovata* и *Cr. reflexa* (Mars.) Skuja, образующие до 70 % численности и 90 % биомассы. Суммарные количественные показатели мало отличаются между собой, однако есть различия в их составляющих (табл. 1). Так, в восточной части по сравнению с основной акваторией водоема слабо развиты зеленые, зато обильно вегетируют пирофитовые. По сравнению с 1971 г. численность фитопланктона возросла в 41, биомасса — в 7 раз. Эти изменения сопровождались структурной перестройкой, в ходе которой доминирующие ранее десмидиевые водоросли уступили место в централь-

Таблица 2

Средние показатели численности, тыс. экз./м³ (над чертой)
и биомассы, г/м³ (под чертой) зоопланктона оз. Миорское

Группы животных	13.07.1971 г.	Июнь — июль 1990 г.		
	В среднем по озеру	Восточный плес	Центральный и западный плес	В среднем по озеру
Ветвистоусые	$\frac{28,4}{1,02}$	$\frac{73,2}{0,21}$	$\frac{122,6}{0,86}$	$\frac{106,2}{0,64}$
Веслоногие	$\frac{85,9}{1,99}$	$\frac{245,6}{0,88}$	$\frac{89,3}{1,33}$	$\frac{141,4}{1,18}$
Коловратки	$\frac{212,6}{0,15}$	$\frac{2717,6}{2,47}$	$\frac{393,3}{0,21}$	$\frac{1168,0}{0,97}$
Всего	$\frac{326,9}{3,16}$	$\frac{3036,4}{3,56}$	$\frac{605,2}{2,40}$	$\frac{1415,6}{2,79}$

ном и западном плесах синезеленым, а в восточной части — пиррофитовым.

Для озера характерны высокие величины валовой продукции фитопланктона, особенно для отделенной дамбой части — в среднем 7,7 гО₂/м²·сут при максимальном фотосинтезе 14,2 мгО₂/л·сут. Для основной акватории озера эти величины составляли 4,3 и 7,9 соответственно.

В составе зоопланктона зарегистрировано 43 вида. Развитие сообщества в летний период 1990 г. в основной акватории водоема характеризовалось достаточно высокой численностью и средним показателем биомассы (табл. 2). По численности доминировали коловратки, веслоногие рачки преобладали по биомассе, которая была стабильна в течение всего периода исследования. Биомасса ветвистоусых закономерно увеличивалась от июня к июлю с 0,22 до 1,37 г/м³. В отделенном дамбой плесе, по сравнению с центральной и западной частью водоема, зоопланктона значительно больше, особенно это касается коловраток, которые доминировали как по численности, так и по биомассе. Здесь отмечены резкие колебания обилия зоопланктона с максимумом в середине июля. В указанный период необычно высоких значений, ранее не отмеченных в озерах Беларуси, достигли представители рода брахионусов: *Brachionus angularis* Gosse — 1950, *Br. diversicornis* (Daday) — 1230, *Br. calyciflorus* Pallas — 749 тыс. экз./м³, характерные для загрязненных вод. Кроме этих видов, здесь наблюдалось массовое развитие широкораспространенных озерных форм, таких как *Keratella quadrata* (Müller) и *Filinia longiseta* (Ehr.), 1256 и 526 тыс. экз./м³. Средние за лето численность и биомасса ветвистоусых в восточном плесе ниже, чем в основной акватории водоема. Веслоногие рачки представлены здесь более мелкими, в основном личиночными формами, и хотя численность их выше, чем в центральной и западной зонах, биомасса этой группы находилась на более низком уровне.

Сравнение современного уровня развития зоопланктона с данными 1971 г. показало, что за этот период произошли существенные изменения. Отмечено значительное увеличение количества ветвистоусых рачков и коловраток. Последнее особенно сильно проявляется в восточной зоне озера, где в середине июля численность коловраток достигает 5,8 млн экз./м³, что является чрезвычайно высокой величиной для озер Беларуси и в 27 раз превышает уровень их развития в 1971 г.

В зообентосе отмечен 31 вид и форма донных животных, из которых 16 — личинки хирономид. В середине июня при почти одинаковой

Таблица 3

Средние показатели численности, экз./м³ (над чертой)
и биомассы, г/м² (под чертой) зообентоса оз. Миорское

Название животных	Июль 1971 г.	Июнь — июль 1990 г.		
	В среднем по озеру	Восточный плес	Центральный и западный плесы	В среднем по озеру
Олигохеты	—	413	1735	1074
	0,13	0,84	1,55	1,20
Мокрецы	—	67	416	242
	—	0,14	0,63	0,39
Хаоборины	—	978	140	559
	—	3,30	0,68	1,99
Хирономиды	—	368	2104	1236
	1,79	1,02	2,75	1,89
Прочие	—	—	87	44
	0,83	—	0,66	0,33
Всего	289	1826	4482	3155
	2,75	5,30	6,27	5,82

* Примечание: сведения по численности отдельных групп за 1971 г. отсутствуют.

численности биомасса зообентоса в центральной части озера в 2,5 раза выше, чем в западном плесе, при доминировании хирономид и олигохет. В профундали восточной части истинный бентос полностью отсутствует, здесь отмечены только хаоборины, относящиеся к планктобентосу. Такое положение объясняется полным отсутствием кислорода в придонных слоях. В литорали здесь встречаются мокрецы и олигохеты, а из хирономид только личинки мотыля. К концу июля количество хаоборин снижается с 4520 до 93 экз./м². В западной части озера в это время отмечены максимальные величины численности и биомассы — 12185 экз./м² и 16,1 г/м³. По сравнению с 1971 г. в составе донных животных произошли существенные изменения, выразившиеся в значительном увеличении численности и биомассы, а также в структурной перестройке, сопровождающейся повышением роли олигохет в основной части озера (табл. 3).

Для анализа изменений в эффективности утилизации первичной продукции фитопланктона последующими трофическими уровнями нами рассчитаны элементы биотического баланса оз. Миорское за 1971 и 1990 гг. (табл. 4), для чего использованы Р/В коэффициенты, полученные для аналогичного по трофическому типу оз. Баторин [3].

В начале 1970-х гг. суммарная продукция мирного зоопланктона и зообентоса в оз. Миорское составляла 16 % от продукции фитопланктона; 93 % приходилось на долю зоопланктона, в том числе 72 % образовывали ракообразные. Суммарная продукция хищного зоопланктона и зообентоса составляла 6 % от продукции фитопланктона. В настоящее время в центральной и западной частях озера продукция фитопланктона по сравнению с 1971 г. увеличилась в 6,1 раза, суммарная продукция мирного зоопланктона и зообентоса в 1,3 раза. В образовании продукции второго трофического уровня уменьшилась роль планктонных ракообразных и возросло значение коловраток. Суммарная продукция хищного зоопланктона и зообентоса за прошедшие 20 лет снизилась в 4,5 раза. В результате указанных изменений эффективность утилизации первичной продукции мирным зоопланктоном и зообентосом снизилась в 5, а хищ-

Элементы биотического баланса оз. Миорское (биомасса В и продукция Р, ккал/м²)

Сообщества гидробионтов	Р/В	1971 г.		1990 г.					
		В	Р	Центральный и западный плесы		Восточный плес		В среднем по озеру	
				В	Р	В	Р	В	Р
Фитопланктон	50,0	11,90	595,0	72,10	3604,8	89,60	4479,4	80,90	4045,3
Зоопланктон мирный:									
ракообразные	16,0	4,55	72,8	4,49	71,8	1,88	30,1	3,61	57,7
коловратки	70,0	0,23	16,1	0,47	32,9	5,22	365,2	2,05	143,5
Зообентос мирный	4,3	1,50	6,5	3,51	15,1	1,33	5,7	2,44	10,5
ВСЕГО		6,28	95,4	8,47	119,8	8,43	401,2	8,90	211,7
Зоопланктон хищный:									
ракообразные	13,0	2,25	29,3	0,45	5,9	0,56	7,3	0,49	6,3
коловратки	52,0	0,12	6,2	0,01	0,5	0,35	18,2	0,12	6,2
Зообентос хищный	4,0	0,33	1,3	0,67	2,7	2,2	8,8	1,33	5,3
ВСЕГО		2,70	36,8	1,13	8,2	3,11	34,3	1,94	17,8

никами в 30 раз и составляет в настоящее время 3,3 % и 0,2 % от продукции фитопланктона.

Продукция фитопланктона в отделенном от основной части озера восточном плесе по сравнению с 1971 г. возросла в 7,5 раза. Продукция второго трофического уровня увеличилась в 4,2 раза, а суммарная продукция хищных организмов зоопланктона и зообентоса практически не изменилась. Существенные изменения произошли в структуре второго трофического уровня восточного плеса, за прошедшие 20 лет резко возросла относительная и абсолютная роль коловраток, образующих в настоящее время 91 % суммарной продукции мирного зоопланктона и зообентоса.

Таким образом, в результате интенсивной антропогенной нагрузки на оз. Миорское в его биоценозе произошли значительные изменения, в ходе которых первичная продукция фитопланктона в расчете на все озеро увеличилась в 6,8 раза, суммарная продукция мирных животных планктона и бентоса в 2,2 раза, а продукция хищных беспозвоночных, наоборот, снизилась в 2,1 раза. В итоге эффективность утилизации первичной продукции фитопланктона вторым трофическим уровнем снизилась в 3, а хищными животными планктона и бентоса в 13,6 раза.

Список литературы

1. Михеева Т. М. Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мн., 1969. С. 25.
2. Балущкина Е. В., Винберг Г. Г. // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979. С. 58.
3. Винберг Г. Г. // Экологическая система Нарочанских озер. Мн., 1989. С. 269.

УДК 504.064

В. Н. КИСЕЛЕВ

КОНЦЕПЦИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ

На современном этапе политического и социально-экономического развития Беларуси складывается положение, при котором государственные органы, например Госкомэкология, могут значительно потерять свое значение в контроле за состоянием окружающей среды и использованием природных ресурсов. В частности, увеличивающееся число фермерских хозяйств может привести к загрязнению и деградации частнособственнического или арендуемого участка. Множество таких участков в конечном итоге создаст экологически напряженную ситуацию в сельскохозяйственных регионах. К тому же хозяйственная деятельность фермеров будет осуществляться на бывших колхозных и совхозных угодьях с наследуемой экологической ситуацией, которая в некоторых случаях уже может оцениваться как критическая (загрязнение нитратами грунтовых вод, ядохимикатами — почв и продукции, дефляция, водная эрозия и т. д.).

Освоение новых земель в республике осуществлялось в соответствии со схемами и другими проектными разработками, ориентированными на рациональное использование и охрану водных, земельных и биологических ресурсов. В последние годы принятию проектных решений предшествовали не только изыскательские, но и научные исследования. Научные коллективы и Госкомэкология достаточно активно вмешивались в этот процесс принятия проектных решений. Таким образом, еще до начала освоенческих работ можно было найти близкий к оптимальному вариант преобразования природной среды. К сожалению, положительный опыт в этом направлении постепенно утрачивается. Частнособственническая «переделка» в использовании природных ресурсов без научного обеспечения и ослабления контроля со стороны государства может привести к значительному ухудшению природно-экологической ситуации в республике.

Сейчас четко просматривается необходимость изменения содержания схем комплексного использования и охраны водных, земельных и биологических ресурсов. Однако следует заметить, что недавняя ориентация их на достижение главным образом количественных результатов в мелиоративной ревизии использования этих ресурсов не всегда увенчивалась успехом. В жертву приносилась естественная природная среда. К данной ситуации следует добавить промышленное загрязнение окружающей среды, не говоря уже об аварии на Чернобыльской АЭС, которое также необходимо учитывать при разработке схем.

Таким образом, с одной стороны, уже намечается тенденция к уменьшению экологического контроля государственными органами за состоянием среды, с другой — становится очевидным ужесточение этого контроля. Одновременно с этим противоречивым обстоятельством складывается дуализм: развитие частнособственнической инициативы в использовании природных ресурсов и научное, проектное обеспечение государственной политики в охране этих ресурсов.

Как представляется, эти достаточно серьезные противоречия могут быть преодолены при условии улучшения качества среды, которое должно стать мерилом хозяйственной деятельности землепользователей и государственной политики в области природопользования. Для Беларуси улучшение качества среды — это выживание народа.

В современной проблеме охраны природы существует два подхода — ресурсный и экологический. Ресурсный связан с преодолением истощаемости ресурса, экологический предполагает сохранение и улучшение качества среды. Следовательно, качество среды — есть прерогатива экологии. Однако в этой науке его концепция разработана еще не достаточно полно.

Наиболее распространенным способом оценки качества среды является определение содержания загрязняющих веществ в воздухе, воде, почвах, растениях и животных, а также соотношение этого содержания с предельно допустимыми концентрациями [1, 2]. Неполнота такой оценки станет очевидной, если учитывать процессы, сопровождающие разрушение среды — водную и ветровую эрозии, деградацию биоты и др. По мнению некоторых географов [3], основным критерием качества среды должно быть состояние и функционирование живых организмов: сохранение способности к выполнению свойственных им функций в природе, сохранение продуктивности без угрожающих изменений биохимического состава первичной и вторичной продукции, а также сохранение генофонда популяций растений и животных. Следовательно, оценкой качества окружающей среды может стать, по их мнению, определение химических элементов в организмах (как результат антропогенного влияния) при учете показателей продуктивности и видового разнообразия сообществ.

Все живое имеет такое же право на существование, как и человек. Неразработка критериев качества среды нередко приводит к тому, что вопросы сохранения представителей флоры и фауны, особенно находящихся на грани исчезновения на конкретной территории, приобретают большее значение, чем интересы человека, эксплуатирующего эту территорию [4]. В данном случае налицо ситуация, которая может быть определена как «экология без человека». Отсюда и попытки решить эту проблему без учета интересов человека и его экономических устремлений.

Существует антропоцентрическое представление о качестве окружающей среды, согласно которому его критерием выступает состояние здоровья человека [5].

Напрашивается вполне определенный вывод о балансе интересов человека и природы через определение качества среды. Под качеством окружающей среды следует понимать такое ее состояние, которое обеспечивает нормальное здоровье человека и оптимальное использование и охрану водных, земельных и биологических ресурсов. Критериями его оценки служат:

— соответствие сложившейся системы расселения природным условиям территории и современной экологической ситуации;

— соответствие сложившейся системы сельского хозяйства, в том числе на мелиорированных землях, природному потенциалу территории;

— непревышение содержания загрязняющих веществ в отдельных компонентах среды (воде, почве, воздухе, растениях и животных) предельно допустимых концентраций с учетом их суммирующего, сингенетического и антагонистического воздействия прежде всего на человеческий организм;

— сохранность видового разнообразия и численности биоты, а также функционирования сообществ (биоценозов) в естественном режиме;

— состояние здоровья населения;

— эстетика ландшафта отвечает национальным представлениям о природе.

Названные критерии нуждаются в некоторых комментариях. Прежде всего они определяют схему анализа качества среды. Если окажется, что по какому-либо одному или нескольким критериям качество не удовлетворяет предъявляемым требованиям, последует соответствующее принятие проектных решений. Задача научных, проектирующих и контролирующих коллективов в данном случае будет строго очерчена: на стадиях разработки, выполнения в натуре и последующего контроля обеспечить необходимое качество среды.

В процессе длительного освоения территории сложилась система расселения (как и система землепользования), близкая к оптимальной. Однако при мелиоративном освоении новых земель, возникновении промышленных центров, ориентированных на использование ресурсов, которые не свойственны данной территории (напр., машиностроения, химии и нефтехимии), крупномасштабном загрязнении среды и т. д. может оказаться, что сложившаяся система расселения уже не соответствует природному потенциалу и экологическим условиям региона. В частности, несоответствие существовавших хозяйств возросшему сельскохозяйственному потенциалу мелиорированных земель Полесья потребовало строительства новых совхозов. Загрязнение радионуклидами значительной территории Беларуси создало чрезвычайную ситуацию переселения жителей, оказавшихся в экологической зоне смерти. Этих двух полярно противоположных примеров достаточно, чтобы показать необходимость главенствующего критерия в определении качества среды — соответствие сложившейся системы расселения природным условиям территории и современной экологической ситуации.

Анализ системы расселения позволит также принять конструктивные решения по охране природы и совершенствованию заповедного дела. В этом плане наиболее полезна географическая концепция поляризации ландшафтов. Ее суть заключается в признании существования двух полюсов, один из которых — крупный промышленный центр, город с прилегающими к нему территориями или интенсивно используемые сельскохозяйственные земли, другой — естественный, не нарушенный хозяйственной деятельностью человека ландшафт со свойственным ему многообразием флоры и фауны. Концентрирование отрицательных воздействий на природу на относительно ограниченных участках (хотя, возможно, и большой размерности) облегчает задачу сохранения природных систем, удаленных от зон активной деятельности человека. Бессмысленно, за редким исключением, организовывать заповедники и другие охраняемые территории в пределах влияния промышленных центров и на интенсивно используемых сельскохозяйственных землях. Обилие конфликтных ситуаций сводит на нет усилия по охране природы. Здесь очевидно противоречие между принятым решением и сложившимся использованием территории. К сожалению, таких примеров можно привести достаточно много. Между этими двумя полярными ландшафтами существуют территории с островным нахождением природных систем (отдельные, незначительные по площади участки леса, заболоченные блюдца, западины

и др.). Принятие научно обоснованных решений по охране биоты в этом случае значительно облегчит контроль за их выполнением.

В бассейнах крупных рек Беларуси на больших по площади территориях природная среда еще слабо изменена человеком. В основном это массивы Гослесфонда. К сожалению, они оказались в зонах рассеивания загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу. Вовлечение их в биологический круговорот порождает проблемы сохранения исходного качества среды.

Анализ системы расселения и поляризации ландшафтов позволяет более аргументированно подойти к совершенствованию заповедного дела. Выбор территорий, подлежащих охране, определяется необходимостью сохранения отдельных видов растений и животных или их сообществ, основных экологических характеристик природных условий, привычного для человека облика природы. Большое значение приобретает также охрана в научных целях территорий, биота которых является эталоном или уникалом для природы республики. Система охраняемых объектов должна включать и территории, на которых целесообразно восстановление природных систем, измененных в результате хозяйственной деятельности.

Следует иметь в виду, что в сложившуюся к настоящему времени систему охраняемых территорий уже включены наиболее примечательные природные объекты, которые по каким-либо причинам исторического, географического и экономического порядка не могли быть значительно изменены человеком. Эта система охраняемых территорий по мере роста численности населения и развития хозяйства должна совершенствоваться на основе экологической и экономической ревизии территории. И здесь возникает чрезвычайно важный вопрос об оптимальной для республики площади охраняемых территорий, чтобы избежать двух крайностей: «человек без экологии» и «экология без человека». К сожалению, концептуальный подход к решению этой проблемы пока что не найден.

Как уже отмечалось, на аграрных территориях критерием качества среды может служить соответствие специализации и системы ведения сельского хозяйства природной основе этой территории, особенно если она мелиорирована. Там, где такого соответствия нет, необходимо корректировать использование ресурсов. В частности, ограниченный режим в использовании земельных угодий необходим для территорий с густой сетью малых рек, наличием озер, обилием ключей, родников и минеральных источников. Естественно, такой режим природопользования (вплоть до полного запрещения использования природных ресурсов) необходим там, где сложилась неблагоприятная для человека экологическая ситуация. Особенно это касается территорий, загрязненных радионуклидами, тяжелыми металлами и различными химическими веществами, которые вызывают заболевание человека. Однако в некоторых случаях при разрушении среды следует сознательно переходить на более интенсивное использование земельных угодий. В частности, на маломощных торфяниках, подстилаемых песками, на первом этапе эксплуатации целесообразно шадящее ведение сельского хозяйства. После сработки торфа очевидна необходимость перехода на интенсивные технологии возделывания культур, не исключая изменения специализации сельского хозяйства [6].

Иной раз качество отдельных компонентов среды может быть соотнесено с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ в воде, почве, воздухе, растениях и т. д. Однако это только частный случай определения качества среды, и контроль за их содержанием в организмах и природных средах не решает в целом проблемы.

Важнейшие критерии качества среды — состояние здоровья населения и сохранность видового разнообразия и численности биоты — не требуют особых комментариев.

Эстетический аспект качества среды необходим, чтобы вернуть природе Беларуси ее национальный колорит, значительно утраченный не

всегда оправданной мелиоративной и экономической ревизией использования водных, земельных и биологических ресурсов.

Хотя предложенная концепция качества среды может меняться по мере поступательного политического и социально-экономического развития республики и дополняться новыми критериями, она, как представляется, поможет Госкомэкологии и другим инспектирующим организациям осуществлять современный действенный контроль за состоянием природы Беларуси. Она также будет полезна коллективам, ведущим научно-исследовательские и проектные разработки в этой области.

Список литературы

1. Михайлова Л. Ю. // Сб. тр. ВНИИ системных исследований. 1990. № 2. С. 48.
2. Пашков П. М., Бурков А. И. // Алгоритм. и инф. обеспечение систем экономики. Томск, 1989. С. 62.
3. Глазовская М. А. // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем. М., 1981. С. 7.
4. Pinna Mario // Ann. geogr. 1991. № 557. P. 67.
5. Охрана ландшафтов // Толковый словарь. М., 1982.
6. Киселев В. Н. // Белорусское Полесье: Экологические проблемы мелиоративного освоения. Мн., 1987.

УДК 626.87:581(132+174.1)

Н. П. ИВАНОВ, Г. А. ЛИПСКАЯ, Н. К. ЧЕРТКО,
Я. К. КУЛИКОВ, И. Е. СКУРКО, Л. Ф. ЗЕЛЕНКЕВИЧ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ

Земельные угодья Беларуси, несмотря на значительные работы по повышению плодородия почв республики, еще не отвечают оптимальным показателям и не обеспечивают высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В первую очередь в улучшении нуждаются мелиорированные дерново-подзолистые заболоченные почвы, поскольку в них интенсивно идет процесс уменьшения запасов гумуса.

В настоящее время известны различные пути улучшения (оптимизации) свойств почв: агрохимические приемы, химизация, мелиорация и др. Они способствуют улучшению отдельных свойств почв, однако не решают проблему в целом. Наиболее благоприятным способом улучшения таких почв является внесение в них разных доз торфа, что ведет не только к стабилизации или повышению содержания в них гумуса, но и предотвращает вынос элементов питания за пределы почвенного профиля. Метод оптимизации путем внесения органического вещества требует в первый год больших затрат, связанных с транспортировкой и распределением вносимых доз торфа. Поэтому весьма актуальным является вопрос о длительности действия торфа, сроках его последействия. В настоящей работе представлен материал по изменениям основных свойств почвы, росту, развитию и продуктивности растений кукурузы при выращивании ее на десятый — одиннадцатый год после внесения торфа.

Материал и методика

Полевые опыты проводили на ОПХ «Будагово» Смолевичского района Минской области на мелиорированных дерново-подзолистых глееватых связносупесчаных почвах, которые широко распространены в Беларуси. Оптимизацию проводили в 1978 г. одноразовым внесением органического вещества (100, 200, 300 и 400 т/га абсолютно сухого торфа), используя местное сырье из карьеров торфяных выработок, при строительстве водохранилищ, выбраковке торфа и т. д. Исходная почва характеризовалась

низким содержанием гумуса, малой насыщенностью основаниями, недостаточной обеспеченностью подвижным фосфором и калием [1].

Севооборот восьмипольный (картофель — ячмень — многолетние травы (5 лет) — рожь). Под картофель вносили N120P120K240, 80 т/га компоста и 5 т/га доломитовой муки, под ячмень — P60K180, под многолетние травы — N90P90K180. Под кукурузу вносили N160P160K240 и 50 т/га компоста. Учетная площадь делянок 50 м², повторность опытов 4-кратная. Качественные анализы проводили по [2]. В таблицах представлены средние двухлетние данные при выращивании кукурузы гибрида БЕМО-181 (белорусско-молдавской селекции).

Результаты и их обсуждение

Наблюдения за изменением морфологических показателей растений и накоплением пигментов в последнем (10-м) листе кукурузы показали (табл. 1), что по высоте растения почти не различались (разница не превышала 8—10 %). Площадь же листьев увеличилась в условиях последействия торфа в дозах 300—400 т/га и превышала контроль на 26 %. Увеличение площади листа не сопровождалось уменьшением его толщины, о чем свидетельствуют данные по накоплению в нем сухого вещества. В условиях последействия торфа в дозах 300 т/га при большей площади листа в нем накапливалось больше хлорофиллов и каротиноидов (на 42 %). Отношение между компонентами хлорофиллов (*a* и *b*), суммой хлорофиллов и каротиноидов практически оставалось на уровне контроля, что свидетельствует о равномерном увеличении хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов в данных условиях. Увеличение дозы торфа до 400 т/га не вело к дальнейшему увеличению содержания ни суммы хлорофиллов, ни каротиноидов, хотя оно и оставалось выше контроля соответственно на 32 и 23 %. Большее содержание пигментов в листьях, особенно каротиноидов, важно в связи с использованием массы кукурузы на силос, поскольку каротин (основной компонент каротиноидов) является провитамином А.

Учет сухой надземной массы кукурузы ко времени формирования початков показал, что максимальное увеличение получено при последействии торфа в дозах 300 и 400 т/га, причем разницы между дозами практически не наблюдались (табл. 2). Такая же закономерность характерна и по накоплению органического вещества и золы в зеленой массе. Такие качественные показатели продукции, как жир и клетчатка, также превышали контроль в растениях, выращенных в условиях последействия торфа в дозах 200—400 т/га. Максимальные величины характерны для дозы 300 т/га. Общий сбор с гектара перечисленных веществ обусловлен в основном ростом массы, а не процентным содержанием этих веществ в массе (табл. 3). Растения также различались по накоплению белка, причем в контроле содержание его составляло 9,4 %, а при последействии 300 т/га торфа — 11,4 %. Рост сбора белка в данных условиях связан как с увеличением содержания белка в массе, так и с ростом урожая зеленой массы. Из компонентов азота (белковый, небелковый) накапливалось больше белкового (в контроле 1,65 %, при последействии 300 т/га торфа 2,00 %). Содержание калия в массе практически оставалось на уровне контроля, а хлора уменьшилось.

Известно, что дерново-подзолистые заболоченные почвы по своим агрохимическим свойствам кислые, слабо насыщены основаниями, что неблагоприятно для возделывания сельскохозяйственных культур [3]. Анализ основных агрохимических показателей оптимизированных почв свидетельствует о положительном воздействии внесения торфа на основные характеристики почвы. На десятый — одиннадцатый год обменная кислотность почвы колебалась от pH 5,9 до 6,5. Самая низкая гидролитическая кислотность в вариантах с внесением 300—400 т/га торфа (1,30—1,22 мг-экв/100 г почвы по сравнению с 1,86 на контроле), существенно отличалась и сумма поглощенных оснований, составляя 10,5—

Таблица 1

**Влияние последствий оптимизации дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной почвы
на морфофизиологические параметры растений кукурузы**

Варианты опыта	Высота растения, м	Площадь последнего листа, см ²	Сухое вещество в листе, %	Хлорофилл, мг/г сухой массы				Каротиноиды, мг/г сухой массы	Отношение суммы хлорофилла к каротиноидам
				a	b	a/b	a + b		
Контроль (N160P160K240+ +50 т/га компоста — фон)	1,97	121,0	38,0	3,73	0,93	4,0	4,56	1,07	4,26
Фон+100 т/га торфа (последствие)	2,07	120,7	39,4	3,80	1,00	3,8	4,80	1,20	4,00
Фон+200 т/га торфа (последствие)	2,13	132,5	40,5	4,00	1,01	4,0	5,01	1,30	3,86
Фон+300 т/га торфа (последствие)	2,16	152,7	42,5	5,06	1,44	3,5	6,50	1,52	4,30
Фон+400 т/га торфа (последствие)	2,18	153,0	40,0	4,82	1,20	4,0	6,02	1,40	4,30

Таблица 2

**Влияние последствий оптимизации дерново-подзолистой глееватой
связносупесчаной почвы на урожай сухой надземной массы кукурузы**

Варианты опыта	Сухое вещество надземной массы, ц/га	Прибавка		Органическое вещество				Зола			
		ц/га	%	среднее содержа- ние, %	ц/га	прибавка		среднее содержа- ние, %	ц/га	прибавка	
						ц/га	%			ц/га	%
Контроль (N160P160K240+50 т/га ком- поста — фон)	199,7	—	—	89,3	162,7	—	—	1,9	3,5	—	—
Фон+100 т/га торфа (последствие)	286,5	86,8	43,4	88,4	230,4	67,7	42,0	2,1	5,6	2,1	58,4
Фон+200 т/га торфа (последствие)	316,0	116,0	58,2	89,5	257,9	92,2	51,5	2,1	6,1	2,6	72,8
Фон+300 т/га торфа (последствие)	335,5	135,8	67,9	88,2	266,7	104,1	63,9	1,9	5,7	2,2	60,9
Фон+400 т/га торфа (последствие)	336,5	136,8	68,5	87,0	260,6	97,9	60,2	2,0	6,0	2,5	70,3

Таблица 3

Влияние последствия оптимизации дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной почвы на основные качественные показатели надземной массы кукурузы

Варианты опыта	Жир				Клетчатка				Белок			
	среднее содержание, %	сбор, ц/га	прибавка		среднее содержание, %	сбор, ц/га	прибавка		среднее содержание, %	сбор, ц/га	прибавка	
			ц/га	%			ц/га	%			ц/га	%
Контроль (N160P160K240+50 т/га компоста — фон)	6,0	10,9	—	—	2,3	4,1	—	—	9,4	17,1	—	—
Фон+100 т/га торфа (последствие)	6,9	18,0	7,1	64,6	2,3	5,9	1,8	42,3	10,2	26,6	9,5	55,4
Фон+200 т/га торфа (последствие)	5,7	16,6	5,7	51,5	2,2	6,5	2,4	56,5	10,5	30,4	13,3	77,5
Фон+300 т/га торфа (последствие)	5,7	19,1	8,2	75,2	2,3	7,0	2,9	69,3	11,4	34,6	17,5	99,8
Фон+400 т/га торфа (последствие)	5,8	17,5	6,6	60,3	2,2	6,6	2,5	60,6	11,1	33,3	16,2	94,4

13,5 мг-экв/100 г почвы и 8,0 на контроле. Такая же закономерность характерна и для емкости поглощения и степени насыщенности почвы основаниями (89,0—91,9 % при последствии 300—400 т/га торфа и 81,1 % на контроле). Содержание гумуса на контроле 3,45 %, а при последствии указанных доз соответственно 4,95—5,26 %. Содержание подвижного фосфора и обменного калия выше в оптимизированных почвах. По фосфору оно составляет при последствии торфа в дозах 200—400 т/га 21,7—24,0 мг/100 г почвы по сравнению с 18,0 мг/100 г почвы на контроле.

Таким образом, положительное действие внесения в дерново-подзолистую глееватую связносупесчаную почву торфа в дозах 300—400 т/га сохранялось на десятый и одиннадцатый год после оптимизации и проявлялось в улучшении основных свойств почвы, что обусловило интенсификацию ростовых процессов, формирование фотосинтетического аппарата и более высокий урожай зеленой массы растений кукурузы.

Список литературы

1. Чертко Н. К., Иванов Н. П., Липская Г. А. // Агрохимия, 1988. № 12. С. 37.
2. Петербургский А. В. Практикум по агрохимической химии. М., 1968. С. 592.
3. Почвы Белорусской ССР / Под ред. Т. Н. Кулаковской, П. П. Рогового, Н. И. Смяна. Мн., 1974. С. 240.

УДК 551.481.1(476)

Б. П. ВЛАСОВ, В. Ф. ИКОННИКОВ, А. О. ЯСЬКО

ФОРМА КОТЛОВИН ОЗЕР БЕЛАРУСИ И ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Строение подводной части котловины определяется генезисом, заполненностью осадками и наряду с ее размерами является ведущим морфологическим показателем озерных водоемов, в значительной степени определяющим направленность и интенсивность биолимнических процессов (температурную и газовую стратификацию, гидродинамическое пере-

мешивание, скорость и процессы новообразования вещества). Форма котловины определяет интенсивность накопления и характер распределения осадков по площади дна. Исследование процессов «вода — донные отложения» поможет изучить механизм формирования осадков и оценить интенсивность процесса накопления — одной из важных составляющих в эвтрофировании водоемов [1]. Кроме того, оно является основой для модельного изучения влияния добычи сапропелей на качество озерных вод [2, 3].

Исследованию озерных котловин Беларуси и их значению в жизни озера посвящена работа О. Ф. Якушко [4], степень заполнения котловин разнотипных озер освещена в работе [5].

Материал и методика

Материалом для исследований послужили результаты комплексного обследования более 500 озер республики, выполненного ОНИЛ озераведения БГУ и Лабораторией генезиса и ресурсов сапропелей ИПИПР и Экологии АН РБ.

Статистическая обработка данных проводилась на ПЭВМ с помощью пакета STATGRAPHICS. Файлы с данными экспортировались из информационно-справочной системы «Озера Беларуси», разрабатываемой в ИПИПРЭ АН РБ совместно с ОНИЛОЗ БГУ.

В расчетах использовались показатели глубины озер (максимальной и средней), мощности донных отложений (максимальной и средней), площади и структуры водосборов, зольность и содержание органического вещества в осадках, объема водной массы озер и объема отложений.

Рассчитаны коэффициенты емкости современных и древних озерных котловин, коэффициенты заполнения древних озерных котловин, коэффициенты множественной и парной корреляции между коэффициентом заполнения котловины осадками и формой котловины, площадью водосбора, площадью сельскохозяйственных угодий и степенью проточности, морфометрическими показателями, а также между величиной потери при прокаливании и показателями, характеризующими водосбор.

Под древними котловинами нами подразумевалась котловина озера современных размеров без учета надводных склонов, как сумма объемов водной массы и донных отложений.

Результаты и их обсуждение

Коэффициенты емкости, рассчитанные по отношению средней и максимальной глубины озера, показывают, что подводную часть озера можно условно принять за правильную геометрическую фигуру: конус, параболоид, полуэллипс, цилиндр [6].

Озера с цилиндрической формой котловины (коэффициент емкости близкий к 1,0) имеют ограниченное распространение и их количество не превышает 9,5 % от общего числа изученных. В таких озерах средняя глубина приближается к максимальной и составляет 1,0—4,0 м. Цилиндрическая форма котловин встречается в основном среди термокарстовых и суффозионных озер.

Наибольшее распространение имеют озера с параболической формой котловины, их число составляет 38,2 % изученных водоемов. Такая форма котловины встречается среди озер подпрудного, ложбинного, эрозийного, сложного и карстового происхождения. Глубины в таких озерах колеблются в пределах 10—20, редко до 50 м. Коэффициент емкости составляет 0,33—0,50.

Полуэллиптическую форму котловины с коэффициентом емкости 0,50—0,66 имеют в основном остаточные, термокарстовые и суффозионные котловины. Это неглубокие, чаще мелководные озера с глубинами

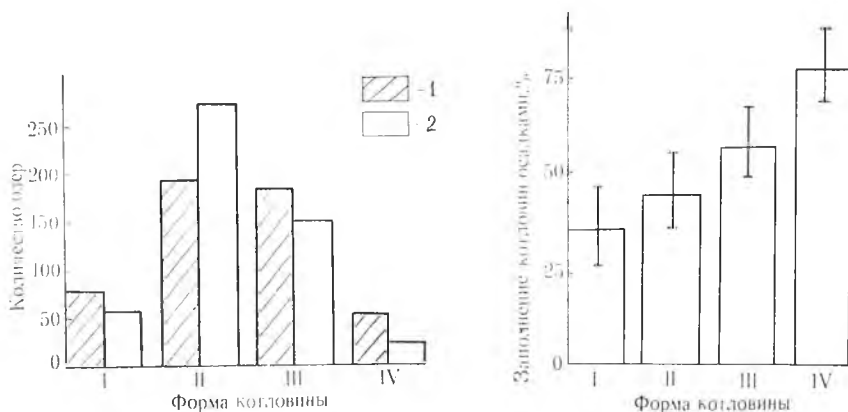
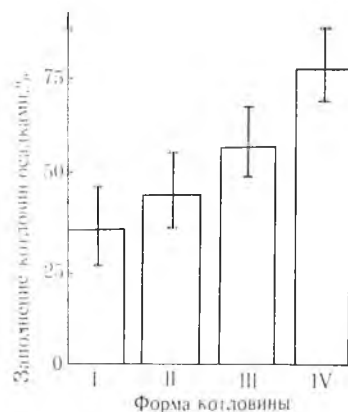


Рис. 1. Распределение озер Беларуси по коэффициентам емкости:
I — конические, II — параболоидные, III — полуэллиптические, IV — цилиндрические;
1 — современные, 2 — древние котловины

Рис. 2. Степень заполнения осадками древних котловин различной формы.
Обозначения те же, что и на рис. 1



2,0—5,0 м. Озера с полуэллиптической формой котловины составляют 36,6 % изученных озер.

Коническая форма котловины встречается реже — в 15,7 % случаев. Это в основном карстовые озера с небольшой площадью зеркала и с глубиной от 5 до 20 м. Коэффициент емкости в таких озерах близок к 0,33 (рис. 1).

Расчет формы древней котловины и сравнение их с современными выявил возрастание доли цилиндрических, полуэллиптических и конических котловин, количество параболоидных котловин в сравнении с древними сокращается, что свидетельствует об изменении формы котловин в процессе эволюции и осадконакопления в сторону увеличения коэффициента емкости. Соотношение количества озер, имеющих различную форму древних котловин, аналогично современному (см. рис. 1).

Наименьшей степенью заполнения осадками характеризуются котловины конической формы — в среднем $35,2 \pm 23,5$ % при максимальном заполнении 97,2 % и минимальном — 3,8 %. Наиболее заполнены озера с цилиндрической формой древней котловины — в среднем $75,0 \pm 24,0$ % (максимальная заполненность — 100 %, минимальная — 11,2 %). Параболоидные и полуэллиптические котловины заполнены в среднем на $44,1 \pm 21$ % — $56,6 \pm 19$ %. Максимальная степень заполнения этих котловин составляет 100 %, а минимальная — 1,2—2,3 % (рис. 2).

Оценка приуроченности максимальной мощности осадков к морфологическим элементам котловины показала, что для 94 % изученных озер максимальная мощность отложений приурочена к профундальным областям котловин или совпадает с максимальной глубиной озера и лишь в 6 % случаев эта зависимость нарушается, т. е. максимальная мощность отложений приурочена к мелководным прибрежным областям котловин.

Расчет коэффициентов корреляции между формой озерных котловин и степенью заполненности котловин осадками показал, что наиболее тесная связь между этими величинами характерна для озер с полуэллиптической формой древних котловин (таблица). Коэффициент корреляции для этой группы составляет 0,36. Для параболоидных, конических и цилиндрических котловин низкие коэффициенты корреляции свидетельствуют о том, что на процесс осадконакопления в озерах, кроме морфометрических показателей, влияют и другие факторы.

Однако, несмотря на низкие значения для различных типов котловин, величина коэффициента корреляции, рассчитанного для озер в целом

**Значение коэффициентов корреляции, характеризующих
связь между степенью заполнения котловины осадками
и морфологическими показателями**

Форма котловины	Показатели				
	Площадь озера	Объем озера	Площадь водосбора	Удельный водосбор	Кемк. древней котловины
Коническая	—0,09	—0,30	—0,15	—0,06	0,16
Параболоидная	—0,10	—0,22	0,15	0,20	0,32
Полуэллиптическая	—0,22	—0,20	0,01	0,25	0,36
Цилиндрическая	—0,48	—0,75	—0,86	—0,15	—0,17
Для всех озер	—0,15	—0,27	0,03	0,16	0,46

(=0,46), доказывает утверждение, что форма котловины является одним из значимых факторов, определяющих процесс осадконакопления.

Расчет коэффициентов парной корреляции между коэффициентом заполнения котловины осадками и площадью водосбора, облесенностью, заболоченностью, площадью сельскохозяйственных угодий и проточностью показал, что связь с тремя первыми показателями не существенна, несколько выше теснота связи с последними величинами (—0,33; —0,39 соответственно).

Интенсивность накопления донных отложений не одинакова как по площади дна, так и для водоемов различного типа и зависит от соотношения минеральной и органической составляющей авто- и аллохтонного происхождения. На основании мощности озерных отложений 36 разрезов, имеющих палинологические или радиоуглеродные (C^{14}) датировки, рассчитана скорость осадконакопления, которая изменяется в пределах 0,3—1,5 мм/год при средних значениях $0,6 \pm 0,3$ мм/год. Данные хорошо согласуются с результатами проведенной статистической обработки ($0,5 \pm 0,3$ мм/год), но в два раза ниже ранее приводимых [7]. Оценить роль водосборного бассейна на формирование состава осадков позволило установление корреляционной зависимости между величиной содержания органического вещества в осадках (потеря при прокаливании — ППП) и размерами и структурой водосборов. Наиболее тесная зависимость выявлена между содержанием органического вещества и облесенностью, заболоченностью и площадью освоенных территорий — коэффициенты —0,31; 0,39 и —0,56 соответственно, причем прямая связь прослеживается только с площадями, занятыми болотами. Зависимость между ППП, площадью водосбора и степенью проточности носит обратный характер, коэффициенты корреляции имеют значимые, но низкие величины, подтверждая более сложную многофакторную связь состава осадков с показателями водообменов.

С помощью регрессионного анализа рассчитаны регрессионные уравнения, связывающие коэффициент заполнения котловины ($K_{\text{зап.}}$, %), величину органической составляющей в осадках (ППП, %) с характеристиками водосборного бассейна ($S_{\text{вдб}}$, км²; $S_{\text{с/х угодий}}$, %). Уравнения имеют следующий вид:

$$K_{\text{зап.}} = (42,0 \pm 7,0) + (0,04 \pm 0,03) \cdot S_{\text{вдб}}, \quad r = 0,470,$$

$$K_{\text{зап.}} = (64,1 \pm 9,9) - (0,35 \pm 0,18) \cdot S_{\text{с/х угодий}}, \quad r = -0,330,$$

$$\text{ППП} = (69,2 \pm 6,4) - (0,47 \pm 0,12) \cdot S_{\text{с/х угодий}}, \quad r = 0,566.$$

С помощью этих уравнений можно давать оценочный прогноз степени заполнения котловины в зависимости от морфометрических показателей озер, структуры водосборного бассейна.

Таким образом, проведенный статистический анализ позволил сделать следующие выводы:

1. Наиболее распространенными древними и современными являются котловины параболоидной и полуэллиптической формы.

2. В процессе эволюции происходит изменение формы котловины в сторону увеличения коэффициента емкости, снижается число параболоидных, возрастает число конических, полуэллиптических и цилиндрических котловин.

3. Заполненность озер осадками и коэффициент емкости котловин связаны прямо пропорциональной зависимостью.

Интенсивность осадконакопления и состав осадков определяется совокупным влиянием различных факторов, ведущими из которых являются структура и освоенность водосборов, в меньшей мере, его площадь и степень проточности.

Список литературы

1. Мартынова М. В. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ. М., 1984.
2. Глущенко Л. О. // Изучение взаимодействий в системе «вода — донные отложения». Ереван, 1987. С. 72.
3. Селютин В. В., Ушканова Е. В. // Там же. С. 67.
4. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Мн., 1981.
5. Курзо Б. В., Богданов С. В. Генезис и ресурсы сапропелей Белоруссии. Мн., 1989.
6. Богословский Б. Б., Самохин А. А., Иванов К. Е., Соколов Д. П. Общая гидрология. Л., 1984.
7. Якушко О. Ф. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1972. № 1. С. 43.

УДК 556.5:631.6+627.81

А. В. СОЛОМКО, Е. Г. КИРЕЕНКО

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Главной целью социально-экономических преобразований, осуществляемых суверенным государством в сфере рационального природопользования, является формирование гарантированно безопасной, экологически здоровой для жизнедеятельности людей среды. Это положение базируется на праве Беларуси самостоятельно использовать природные ресурсы, научно-технический и социально-экономический потенциал для ускорения регионального развития, разрешения всех социальных экономических и экологических проблем с помощью хозяйственного механизма рационального природопользования.

Сложившаяся экологическая ситуация в республике стала критической и является одним из факторов, ограничивающим возможности социально-экономического роста. Главная причина кроется в отсутствии эффективного экономического механизма в сфере природопользования. В условиях расширения суверенных прав, самоуправления и самофинансирования принципы экономических отношений в сфере охраны и использования природных ресурсов республики существенно меняются.

Рациональное использование природных ресурсов, нормативное качество окружающей среды становятся объектом экономических интересов как природо-ресурсопользователей, так и территорий (республик), выступающих в качестве самостоятельных, относительно экономически обособленных хозяйственных субъектов, за которыми закреплены их природные ресурсы. Следовательно, в основе формирования нового экономического механизма природопользования в условиях рыночных отношений должна лежать согласованность социально-экономических интересов общества, республики и отрасли, представителями которых являются конкретные предприятия. Такая согласованность требует прежде всего: экономической стоимостной оценки природных ресурсов; введения пла-

тежей за пользование природными ресурсами; установления платы за загрязнение окружающей среды; формирования специального регионального фонда по охране природной среды и рациональному использованию природных ресурсов, из которого могли бы финансироваться все крупные природоохранные мероприятия в республике (коллективные очистные сооружения, рекультивация земель, лесовосстановление и др.).

В настоящее время выделяется два основных подхода к экономической оценке природных ресурсов: затратный и рентный¹. При затратном методе стоимостная оценка природного ресурса основывается на общественно необходимых затратах труда на его выявление, добычу и воспроизводство. Затратная концепция подвергается серьезной критике, поскольку получается, что участок земли, богатой с точки зрения естественного плодородия, менее ценен для общества, чем участок меньшей урожайности, но на освоение и воспроизводство которого затрачено большее количество труда. Тем не менее данный метод используется в практических расчетах применительно к следующим природным ресурсам: минеральное сырье и топливо (затраты на освоение и разведку), почвенные и лесные ресурсы (затраты на воспроизводство) и др.

Сторонники рентного подхода рассматривают экономическую оценку как выражение степени эффекта, который приносит своему потребителю используемый природный ресурс, т. е. за базу принимается дифференциальная рента, возникающая в результате использования данного ресурса. Рентная оценка может осуществляться либо по приросту, который достигается от использования оцениваемого ресурса по сравнению с худшим, либо по приросту дополнительных народнохозяйственных затрат, которые потребовались бы для замещения оцениваемого ресурса. Последний подход принято называть замещающим, или затратным, подходом к рентной оценке природных ресурсов. Сама методика расчета рентной оценки вызывает споры, в частности, по поводу того, какие затраты труда считать общественно-необходимыми — среднеотраслевые или замыкающие.

Имеются попытки объединить рентную и затратную оценку природных ресурсов в единый оценочный показатель. «Смешанная» концепция предполагает учет как затрат на освоение, так и эффекта от эксплуатации ресурсов в виде дифференциальной ренты.

Направления применения рентной оценки общепризнаны — возможность использования ее в практике при выборе оптимального варианта размещения производства: при определении основ платы за пользование природными ресурсами, которая должна носить характер дифференцированных рентных платежей и устанавливаться, исходя из количества и качества используемых ресурсов. В практике хозяйствования в настоящее время применяются некоторые платежи за ресурсы, но они во многом еще не совершенны и нуждаются в улучшении. Так, по мнению многих специалистов, плата за потребление природных ресурсов должна взиматься за использование всех ресурсов, так как это необходимо для обеспечения равных экономических условий хозяйствования предприятий и создания эффективного механизма рационального природопользования. Интерес представляет также вопрос о механизме взимания платы. Ряд авторов предлагает взимать ее по аналогии с платой за основные производственные фонды предприятий, что потребует внесения изменений в порядок распределения прибыли предприятий.

Другие предлагают установить плату, принимая во внимание нормативы природопользования. Так, если ставки платы рассчитывать, исходя из отношения фактического расхода природных ресурсов на единицу продукции к научно обоснованной норме, то это могло бы выполнять стимулирующую роль в рациональном использовании природных ресурсов: за сверхнормативное потребление бралась бы сверхнормативная

¹ Е. Г. Киреенко в монографии «Водные ресурсы — фактор размещения промышленности» (Мн., 1980) охарактеризовала методы экономической оценки природных ресурсов и их реализации в условиях Беларуси.

плата, а за экономию природных ресурсов норматив платы уменьшался бы [1. С. 144].

При установлении платы за загрязнение окружающей среды признаются лишь общие требования к определению ее ставок: они должны быть достаточно высоки, чтобы стимулировать предотвращение загрязнений, и достаточно низки, чтобы не привести к экономической убыточности абсолютного большинства предприятий. Ряд исследователей полагает, что в основу платы за загрязнение необходимо ставить оценку экономического ущерба, нанесенного народному хозяйству. Предлагается исчислять плату на уровне затрат по предотвращению ущерба, исходя из его величины. Но в настоящее время еще не разработаны методы, позволяющие объективно оценивать эту величину. Экономический ущерб всегда занижен против существующего (неучтенная часть составляет 30—40 %) из-за сложности выражения в стоимостной форме всех его видов и недостаточности представления об экономических показателях в отдаленной перспективе. Некоторые авторы предлагают установление двух форм платы: обязательные (фиксированные) платежи за загрязнение окружающей среды в пределах установленных лимитов выброса и штрафные платежи за сверхлимитное загрязнение [2, 3]. Иные склоняются к тому, что предприятия должны платить лишь за загрязнение сверх ПДВ. Причем, чем выше фактическое загрязнение предельно допустимого, тем соответственно выше плата [3].

По вопросам установления размеров штрафов также нет единодушия. Предлагается два принципиальных подхода: размер их должен быть на 5—10 % выше расходов, чтобы предприятию было выгодно осуществлять природоохранные мероприятия; ставки отчислений в природоохранные фонды предлагается исчислять в расчете на единицу отходов, размещаемых в окружающей среде.

Проанализировав состояние вышеназванных проблем, мы можем сделать следующие выводы и предложения:

1. В условиях становления и развития рыночных отношений сама республика (в лице республиканских и местных органов власти) несет ответственность за сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов. При этом приоритет отдается территориальному управлению природоохранной деятельностью, которая должна стимулироваться экономическими методами. Это означает, во-первых, повсеместное внедрение платы за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды и, во-вторых, придание приоритетности природоохранной политике.

2. Плата должна вводиться на все виды природных ресурсов и негативных воздействий на окружающую среду.

3. В переходный период и в период становления рыночных отношений целесообразно установить два вида платы: за нормативное использование природных ресурсов и за допустимое (в пределах установленных лимитов) загрязнение среды; за сверхлимитное использование природных ресурсов и за превышение допустимых пределов загрязнения².

4. Величины нормативов платы должны обеспечить превышение затрат на мероприятия, которые необходимо осуществить для обеспечения нормативного использования природных ресурсов или снижения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ (размещения твердых отходов) до установленных лимитов, т. е. необходимые затраты на обеспечение надлежащего качества окружающей среды и восстановление природных ресурсов, определенные в соответствии с существующими рекомендациями и имеющимся опытом.

5. В целях экономического стимулирования охраны и рационального природопользования, если предприятие достигнет значительного сниже-

² Рассматриваемая система платы за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды включает разработки НИЭИ Госэкономплана Беларуси, отдела охраны природы и размещения предприятий Госэкономплана Беларуси и Госкомприроды Беларуси.

ния использования природных ресурсов или уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду по сравнению с нормативами, целесообразно предусмотреть снижение платежей (по ориентировочным данным для условий Беларуси на 30 % от норматива) и премирование коллектива из фонда охраны природы.

6. Размеры платежей за использование природных ресурсов и за загрязнение окружающей среды должны устанавливаться с учетом общественно-необходимых затрат и общественно-возможных суммарных затрат валового национального дохода на воспроизводство природных ресурсов и ликвидацию негативных воздействий на среду обитания, т. е. с учетом экологической обстановки и экономических возможностей природопользователей, размещенных на территории республики. Это требование предопределяет введение на первых порах (до 1995 г.) «щадящие» нормативы, т. е. ниже экологически необходимых. По мере укрепления экономического потенциала природопользователей нормативы платежей следует поднимать до экологически необходимых с одновременным ужесточением требований к нормам расхода природных ресурсов на единицу продукции и к допустимым уровням загрязнения окружающей среды.

Рассмотренные подходы формирования экономического механизма рационального природопользования в республике следует совершенствовать и в дальнейшем, особенно при переходе к рыночным отношениям.

Список литературы

1. Иманов Н. Экономические отношения в социалистическом природопользовании. Баку, 1987.
2. Основные принципы создания экономического механизма управления охраной природы в регионе: научные рекомендации. Ворошиловград, 1988.
3. Концепция социально-экономического развития Белорусской ССР на период до 2010 г. Мн., 1991.

УДК 801.311

Г. Я. РЫЛЮК

РУССКИЕ ТОПОНИМЫ НА КАРТЕ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКИ

В октябре 1992 г. исполняется 500 лет с тех пор, как Христофор Колумб открыл Новый Свет. Открытие Колумбом Америки изменило представление о мире как у европейцев, так и у народов, населявших американский континент. Между Старым и Новым Светом установились прочные связи, выдержавшие испытание временем.

Европейцы разных национальностей исследовали и заселяли земли Нового Света. Мы много знаем о колонизации испанцами Флориды и юго-запада Северной Америки. Также широко известны истории французских землепроходцев на востоке Канады и в долине реки Миссисипи, английских поселенцев на Атлантическом побережье Северной Америки, португальских и испанских путешественников в Южной Америке. Но размах русских поселений в Новом Свете и по сей день удивляет многих американцев. Русские, начав пушной промысел на Аляске еще в первой половине XVIII в., стали осваивать Тихоокеанское побережье и достигли мест, где теперь расположен Сан-Франциско. Об этом удивительном времени пребывания наших соотечественников в Америке свидетельствуют сотни русских географических названий, встречающихся и поныне как в Северной, так и в Южной Америке. И, глядя на подробную карту Америки, можно проследить всю 250-летнюю историю российско-американских связей.

На северо-востоке Россию от Америки отделяют пролив и море, названные в честь Витуса Беринга, который, возглавляя первую камчатскую экспедицию в 1728 г., открыл острова Святого Лаврентия и Святого Диомида. С этих двух названий, хотя и звучащих не совсем по-русски,

Начинается длинный список русских наименований в Северной Америке.

Во время второй камчатской экспедиции в 1741 г. В. Беринг и А. И. Чириков достигли побережья Северной Америки. На обратном пути они открыли несколько островов Алеутской гряды. Один из них В. Беринг назвал Шумагинским в память о матросе Шумагине, умершего от цинги. Русские корабли подошли к берегам северо-западной части Северной Америки в день религиозного праздника Святого Ильи. И горный хребет на Аляске, который хорошо был виден Чирикову и его спутникам, был назван именем Святого Ильи, а острова у берегов Канады — архипелагом Александра.

В 1784 г. на острове Кадьяк высадился русский купец Г. И. Шелихов, которого современники справедливо называли русским Колумбом. На карте Северной Америки имя Шелихова можно найти в нескольких местах. В его честь назван пролив, отделяющий остров Кадьяк от Аляски, остров у южного побережья Аляски, к западу от острова принца Уэльского. Примечательно, что имя Шелихова этот остров получил в 1928 г. Есть на Аляске и другие русские названия: гора Белуга, озеро Белуга.

В начале XIX в. русские землепроходцы под руководством главного правителя Российско-Американской компании А. А. Баранова проникали далеко на юг и достигли испанских владений в Калифорнии, основали там форт Росс (Россия), селение Кусково и несколько населенных пунктов — Кострамитиново, Хлебниково и Черных (ныне весь этот район называется Русское ущелье). И по сей день в Калифорнии сохранились десятки русских названий, например: река Славянка (ныне река Русская), гора Святой Елены (в честь жены коменданта форта Росс Елены Ротчевой).

Интересна судьба названия горы Шаста — самой высокой вершины Каскадных гор в Западных Кордильерах. Жители форта Росс первоначально эту вершину, увенчанную ледниковым конусом, называли горой Счастья, а уже впоследствии в результате трансформации данное название приобрело англо-американское звучание и превратилось в Шасте-Шаста.

В тридцатые годы прошлого века на Аляску приехал русский этнограф Иван Вениаминов. Он прожил там более 10 лет, выучил язык местных жителей, создал азбуку, построил школы и церковь. В истории русской Америки И. Вениаминов очень заметная фигура. Его именем в горах Аляски назван вулкан высотой более 2000 м.

Одновременно русские названия появились и на востоке североамериканского континента. В 1791 г. в город Балтимор приехал молодой князь Дмитрий Голицын и занялся миссионерством. Благодарные пенсильванцы в его честь называли небольшой город, целебный источник и туннель в Аппалачских горах. Во время гражданской войны в Америке прославился донской казак полковник русского генерального штаба Иван Турчанинов (Джон Турчин). В Иллинойсе И. Турчанинов основал город Радом. Русское название получил еще один город — Сент-Питербург во Флориде. Этим он обязан П. А. Дементьеву, гвардейскому офицеру. В 24 штатах США встречается название Москва — порой так называли свои селения русские иммигранты, а иногда название Москва появлялось потому, что американцы любили давать всему иностранные имена. Самая большая американская Москва с населением около 20 тыс. человек находится в штате Айдахо.

На территории штата Северная Дакота находится город Киев. Есть в Канаде и США несколько Одесс. В штате Айова протекает река Матушка Волга, на берегу которой еще в середине прошлого века был основан город Волга. Существует несколько деревень с названием Волга.

Крымская война (1853—1856) произвела на американцев глубокое впечатление и поэтому на карте можно найти немало названий, связанных с ней. В Техасе есть город Малахов Курган, а в Калифорнии пять небольших городов имеют наименование Севастополь.

Иногда русские названия возникали и по недоразумению. Так прои-

зошло с Москвой в штате Айова: раньше называлось это местечко Моско — в честь индийского вождя. А русские иммигранты превратили его в Москву. Город Сабария на западе США таким же образом был переименован в Сибирь. Неизвестные русские поселенцы в Оклахоме основали селения Кремль, Урал.

Во второй половине XIX в. в Южную и Северную Америку отправились наши земляки, уроженцы белорусской земли, Константин Ельский из Игуменского уезда Минской губернии и Игнатий Домейко из Новогрудчины.

Игнатий Домейко — один из первых исследователей Чили. Он стал национальным героем этой страны. Благодарные чилийцы воздвигли ему памятник в центре Сант-Яго. Именем Домейко назван небольшой город на юге Чили (Пуэрто Домейко), один из горных хребтов в Чилийских Андах (Кордильера Домейко), побережье Домейко. В июне этого года исполнилось 190 лет со дня рождения нашего земляка.

Среди недавних топонимов в США хочется отметить городок Нью-Раша (Новая Россия) в штате Нью-Йорк. Основали его русские иммигранты, приехавшие сюда незадолго до Октябрьской революции.

Даже после второй мировой войны на карте этой страны появились русские названия: Отрадное (дачный поселок под Нью-Йорком), Кондратовка в штате Мэн, селение Владимирово в штате Иллинойс. Американцы утверждают, что среди сотен тысяч географических названий встречается несколько тысяч русских, история которых началась 250 лет назад.

Осмысливая сказанное, мы еще и еще раз убеждаемся, что географические названия — это неотъемлемая часть нашего наследия, своеобразные символы, в которых отражены исторические события, жизнь и поступки многих интересных людей. Это величественные памятники той исторической эпохи, когда они возникли.

УДК 550.83/84

А. М. ТРОФИМОВ, В. М. ШИРОКОВ

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ И СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ

Состояние географических объектов и характер их взаимоотношений с природным окружением определяется предложенными ранее [1] принципиальными положениями, касающимися развития кружающей среды, территориальности и географичности. Они указывают на процесс стремления этих компонентов к сбалансированному состоянию, так как в их основе лежит глобальный учет обстоятельств, вызывающий особый характер взаимодействий в географическом пространстве-времени. При этом динамическое единство природных и социально-экономических образований выражается в пространственно-временном взаимодействии. Результатом такого взаимодействия является складывающаяся географическая ситуация, которая определяет в конечном счете последующее развитие окружающей среды. Ее состояние поэтому можно представить как сложную динамическую разноуправляемую в пространстве и времени совокупность географических ситуаций, отражающих исторически сложившуюся обстановку, обусловленную взаимодействием всех компонентов среды.

В более общем виде можно указать, что географические ситуации (геоситуации), вызываемые взаимодействием материальных носителей различных видов движения, выражают суперпозицию этих форм, где через множество, казалось бы, случайных взаимодействий проявляются определенные закономерности развития. Таким образом, существует определенная зависимость между возникающими в различных участках окружающей среды генетически разнообразными образованиями локального характера и закономерностями общей ее организации [2].

Географическое поле представляет собой распределенную неоднородность — совокупность взаимосвязанных в пространстве и времени разнородных состояний, представленных географическими ситуациями. Географическое поле подобно подвижной кристаллической решетке, в узлах которой располагаются относительно локальные неоднородности (геоситуации), совокупность которых создает основную сетку географической напряженности, которая проявляется с различной силой в разных точках поля, что приводит к определенным движениям и динамическим изменениям ее состояния. В результате складывающиеся геоситуации реализуются в конкретных геообъектах географического поля. Геообъекты могут иметь как системный, так и внесистемный характер. В связи с этим геоситуационный подход имеет более широкие возможности по сравнению с системным, так как он применим к любым географическим объектам.

Геоситуации обладают большей подвижностью, чем изменения в тех системах, которые отличаются целостностью взаимосвязанных компонентов, значительной устойчивостью и инвариантностью. Одна и та же геосистема имеет спектр различных состояний, в рамках которого она сохраняет свои основные качества. Иначе говоря, в пределах сохранения качественно определенной геосистемы может реализовываться набор различных взаимосвязанных геоситуаций. Выход за указанные границы спектра геоситуаций данной системы приводит к коренным изменениям в ее структуре, замене одной системы другой, качественно новой. Таким образом, если системный подход позволяет фиксировать качественную смену геообъектов, то геоситуационный подход выявляет более плавные изменения в рамках определенного географического пространства.

Учет взаимодействий различных по генетической природе образований в окружающей среде заставляет обращаться к анализу их побудительных мотивов, а следовательно, к анализу складывающейся географической ситуации. Поскольку геоситуации неоднозначны в различных участках географического пространства-времени, то они накладываются, пересекаются, характеризуются различной степенью проникновения и принятие решений фактически происходит в условиях «размытой» обстановки.

Все это накладывает дополнительные условия и ограничения на процесс получения исходной информации, оценку состояния окружающей среды и принятие управленческих решений. Для того чтобы управление было оперативным и эффективным, оно в конечном счете должно опираться не на моделирование состояния геосистемы, а на моделирование геоситуаций как более тонких и гибких механизмов изменения географических объектов. Геоситуационный подход позволяет уловить начальные фазы назревших изменений в геосистеме, а следовательно, сделать более доступным и реальным действительное управление ее развитием.

Рассматривая возникающие геоситуации, состояние геосистем и происходящие изменения в географическом пространстве-времени, можно прийти к казавшему бы простому переходному ряду: ситуация → состояние → событие. При этом мы рассматриваем событие как реализованное состояние. Однако это лишь общая и весьма упрощенная схема. В действительности же этот переход весьма сильно корректируется, как перечисленными выше общими (территориальность, географичность, позиционность и др.), так и региональными принципами, часто более существенными для конкретного перехода.

Для географического пространства-времени характерна теория обновленных целей, согласно которой каждое явление происходит в связи с внутренним (осознанным или нет) «согласием» системы, т. е. она «поощряет» явление исходя из своих имманентных «интересов». В основе их лежит принцип запретов (ограничений) [3]. Именно в связи с последним и создаются определенные обстоятельства, обеспечивающие возникновение геоситуаций, которые являются следствием движения. В свою очередь, движение — следствие ситуаций. В то же время именно геоситуа-

ции дают начало смене состояний («набора перемещений») во времени и пространстве, задавая траектории движения. Попадание этих траекторий в характерные точки пространства знаменует собой событие. Таким образом, в фазовом или признаковом пространстве имеются определенные точки, попадание траекторий в которые обеспечивает возникновение тех или иных событий. В то же время событие — это реализация ряда определенных состояний в узлах или точках географического пространства-времени.

Дадим формализованное описание этого процесса, выделив в первую очередь виды состояния компонентов окружающей среды и «размытость» обстановки. При этом необходимо иметь в виду, что исходной формой оценивания возникновения ситуации является понятие места и момента как в пространстве, так и во времени. Геоситуация складывается под воздействием этих обстоятельств, хотя она и одна, но имеет множество проявлений. Возникающая геоситуация вызывает изменение состояний объектов. Впрочем, изменение — это текущее состояние, которое геоситуация меняет в том направлении, в котором мы это фиксируем с позиций поставленных целей. А событие — это фиксированное состояние, когда реализуются заданные (не обязательно осознанные) попадания компонентов в определенную область значений. Как уже было отмечено, это фактическое попадание траектории в «нужную» точку географического пространства.

Из этих положений следует ряд выводов. Поскольку событие — следствие ряда следующих друг за другом геоситуаций, траектория следования которых попадает в заданную область, а закономерности, в свою очередь, основываются на следовании во времени событий, то выявленные закономерности условны и являются скорей всего явлениями статистического характера. Хотя мы и можем вывести ряд закономерностей, но если учесть принципы ограничения (запреты), действующие в пространстве-времени, то по сути закономерность — траектория событий, «выработанная» в пространстве-времени с особым характером распределения запретов и ограничений.

В этом плане закономерность и случайность — одноуровневые понятия. Случайность, в отличие от закономерности, сложнопричинное явление. В целом же закономерность — познанная причинность, а случайность — пока еще непознанная причинность. Отсюда — позитивная роль случайностей в процессе географического познания.

Следует отметить еще один момент. Длительное устойчивое состояние порождает инерцию. Поэтому она не может рассматриваться как закономерное следствие определенных природных состояний, а должна оцениваться как застойная характеристика процесса, способного привести к «тупиковому» виду развития. В итоге географическое пространство рассматривается как среда, вмещающая географические объекты. Оно бесконечно и характеризуется множеством переменных $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, с каждой из которых $x_i \in x$ сопоставляется домен — множество значений $\Omega(x)$, которые эта переменная может принимать.

В частности, x принадлежат различные времена, пространственные координаты, характеристики физические, химические, биологические, технические, экономические, социальные и т. д.

В зависимости от имеющегося географического объекта, целей рассмотрения и средств выбирается пространство наблюдений. Выделение производится выбором некоторого подмножества наблюдаемых переменных y, c, x . При этом пространство наблюдений, порожденное вектором y (обозначается как $P(y)$), представляет собой множество точек декартового произведения $x\Omega(x)$.

При $y = (t)$, где t — время, имеем временное пространство; при $y = (x_1, x_2, x_3)$ — геометрическое трехмерное; при $y = (t, x_1, x_2, x_3)$ — пространственно-временное; при $y = (x, x_1, x_2, x_3S)$, где S — физическое состояние в момент t в точке x_1, x_2, x_3 , — физическое и т. д.

Если множество переменных y пространства наблюдений $P(y)$ вклю-

чает переменную время t , то точки из $P(y)$ соответствуют моментам. Если множество переменных y включает пространственные координаты x_1, x_2, x_3 (в частности, широты, долготы, высоты), точки $P(y)$ соответствуют местам. Представляется, что пространство наблюдений $P(y)$, включающее пространственно-временные координаты t, x_1, x_2, x_3 и соответственно географические (качественные) характеристики $y_1, \dots, y_k$, состоит из точек, фиксирующих местоположение, если характеристики $y_1, \dots, y_k$ таковы, что в каждый момент времени t значения характеристик $y_1, \dots, y_k$ однозначно определяют уникальные координаты места x_1, x_2, x_3 на поверхности Земли. Математически это означает, что существуют такие функции $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, что $x_1 = \varphi_1((y_1, \dots, y_k)t)$; $x_2 = \varphi_2((y_1, \dots, y_k)t)$; $x_3 = \varphi_3((y_1, \dots, y_k)t)$.

Каковы эти качественные или количественные географические характеристики $y_1, \dots, y_k$, которые однозначно определяют координаты каждой точки Земли или уникальные места, не очень ясно. Возможно, это характеристики ландшафта в достаточно большой области. Понятие функции используется здесь в весьма общем смысле и не требует явного указания.

Состояние, событие и ситуация определены лишь в тех пространствах наблюдений $P(y)$, для которых множество переменных y (координат) содержит одну или несколько переменных времени.

Если $t \in y$, то событие есть некоторое A подмножества элементов пространства $P(y)$, его элементы суть элементарные события. Способами, принятыми в теории вероятности, можно выделить в таком пространстве $P(y)$ некоторую совокупность подмножеств Θ , замкнутую относительно операций теоретико-множественных объединений из пересечений и дополнений — алгебру событий.

Реализация элементарного события φ из $P(y)$ соответствует реализации всех событий из Θ , включающих y .

Состояние образует часть события, безотносительно к моменту времени.

Рассматривая пространство $P(y)$ со временем $t \in y$ и географический объект в нем, можно выделить две части — сам объект и окружающую его среду (обстановку). Соответственно в множестве y можно выделить подмножество переменных P_{sx} , характеризующих объект, и Θ_{sy} , характеризующих окружающую обстановку (среду). Тогда условия, налагаемые на P , есть состояние, а условия, налагаемые на Θ , — ситуация.

Наконец, в рамках сказанного следует определить понятия инварианты и неинварианты и их значимость в разработке теории.

Рассматривая три основных вида движения — хронологическое, смешанное — можно увидеть, что относительно этих движений переменные из y образуют инварианты и неинварианты. Смысл их выделения заключается в том, что в самом общем виде инварианты создают законы, а неинварианты — изменения вокруг данных законов.

Все сказанное приводит к такому анализу состояния окружающей среды в целом, когда возникают трудности с оценками однородности — неоднородности, качественных различий, проведения границ при распространении явлений и процессов, пространственных различий и т. п. Все это можно свести к общей проблеме — классификации в географическом пространстве-времени.

Когда для исследователя важны лишь количественные характеристики объектов классификации, измерение сходства принципиальных трудностей не вызывает. Однако имеется множество ситуаций, когда существенные признаки не имеют количественного выражения. Примером могут служить характер расселения населения, привлекательность для людей ландшафтного разнообразия природы, трудовые навыки и традиции и т. п. Опираясь подобными признаками, не избежать элементов субъективизма при оценке их схожести или различий. Даже при наличии количественного выражения существенных для классификации признаков часто приходится сталкиваться с тем, что нет четких границ между выде-

ленными единицами и отнесение объекта к тому или иному классу явно затруднительно. Все это характеризует особое состояние географического пространства — его размытость. Размытые признаки отличаются от обычных тем, что их элементы могут им не только принадлежать или не принадлежать, но и характеризуются промежуточной степенью принадлежности. В такой «размытой» обстановке географического пространства-времени столь же неопределенными становятся и оценки состояния объектов.

Можно выделить три различных по скорости протекания и масштабности изменения состояния геосистем: оптимальное, кризисное и катастрофическое [4]. Оптимальное состояние, или оптимальная стратегия, (во временном аспекте) есть наилучшее в данный момент, обеспечивающее постоянное развитие без нарушений. Кризис — состояние объекта, которое является не результатом оптимальной стратегии, а отклонением, вызванным нарушающим действием внешних факторов. Процесс отклонения происходит медленно и плавно. Катастрофа — бурное изменение структуры системы под воздействием внешних факторов. Различают пороговые и точечные катастрофы. Пороговая катастрофа — прямое действие кризиса. Она начинается, когда пороговый объем влияний извне вместе с информацией из памяти превышает регулирующие способности системы. Точечная катастрофа вызывается неожиданным и сильным воздействием внешнего импульса. Например, это отмечается при создании водохранилищ в период их заполнения [5]. Предшествующее состояние при этом несущественно. Период адаптации (релаксации) геосистемы после катастрофы также называется кризисным.

Рассмотренные три вида состояний наблюдаются на всех уровнях организации географического пространства-времени. В то же время эти состояния всегда относительны. Ни абсолютных кризисов, ни абсолютных катастроф не существует. Это состояние геосистем по отношению к другим окружающим геосистемам в общей обстановке «размытости» пространственно-временных характеристик.

Список литературы

1. Трофимов А. М. // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1988. № 5. С. 98.
2. Trofimov A. M., Khudeyev R. G., Shirokov V. M. // Geograficky casopis. 1989. Roc. 41. № 3. S. 310.
3. Сариев Г. Д. Принцип ограничения. Баку, 1986.
4. Widacki W. // Wiss Beitz. 1986. № 16. P. 156.
5. Широков В. М. Конструктивная география рек: основы преобразования и природопользования. Мн., 1986.

УДК 551:774.4(476)

Л. А. ДЕМИДОВИЧ, Б. П. САВИЦКИЙ,
Э. А. ВЫСОЦКИЙ, С. М. ОБРОВЕЦ

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЛИТОСФЕРЫ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Верхняя часть литосферы подвергается интенсивному техногенному воздействию в результате хозяйственной деятельности человека. Возникающие в связи с этим негативные изменения нередко приводят к непрерывной перестройке ее поверхности, в том числе к проявлению опасных и необратимых в геоэкологическом отношении процессов и явлений. Изменения, происходящие в верхней части литосферы, оказывают существенное влияние на экологическую обстановку в конкретных районах, так как через верхние ее слои происходит обмен вещества и энергии с атмосферой и гидросферой и оказывается существенное воздействие на биосферу в целом. Поэтому вопросы охраны литосферы должны рассмат-

риваться в общей цепи экологических проблем, при этом следует иметь в виду, что первопричиной многих негативных экологических явлений являются изменения, происходящие в верхних слоях литосферы.

Оценка роли литосферы в общем экологическом балансе вплоть до последнего времени сводилась лишь к проведению отдельных разрозненных исследований. По существу, не было четко сформулированной концепции, позволявшей объединить весь комплекс проблем, связанных с охраной литосферы и ее ролью в системе экологических изменений, происходящих на планете. Назрела настоятельная необходимость разработать геоэкологическую концепцию исследования верхней части литосферы Беларуси, которая учитывала бы геологическое строение территории, тенденции неотектонических движений, строение месторождений полезных ископаемых, специфику хозяйственной деятельности в республике и перспективы ее развития, а также другие факторы. С этих позиций литосферу следует рассматривать, с одной стороны, как среду, которая создает естественный неоднородный природный фон (радиоактивность, физическое поле, химизм и др.), сформировавшийся в результате космического и планетарного развития Земли и сохранивший в себе результаты эволюционных и катастрофических этапов ее жизни, а с другой, как среду сосредоточения различных месторождений полезных ископаемых (нефть, каменная и калийные соли, подземные воды, различные стройматериалы и т. д.), с которой непосредственно связаны все виды подземного и наземного строительства.

Верхняя часть литосферы в пределах территории республики испытывает интенсивное воздействие в результате проведения инженерно-геологических исследований и геологоразведочных работ на различные виды полезных ископаемых. Достаточно сказать, что на ее территории только с начала 50-х гг. текущего столетия пробурено около тысячи поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин на нефть (глубиной до 2,5—5,4 км), более 800 скважин на каменную и калийные соли (глубиной до 1200—1500 м), более тысячи скважин на горючие сланцы, бурые угли, даунсонит, железные руды, фосфориты, подземные воды, а также многие тысячи скважин на различные виды строительных материалов (доломит, мел, гравий, песок и т. д.) и при производстве геофизических работ. При этом на каждую нефтепоисковую скважину отчуждается 2,3—3,05 га сельскохозяйственных угодий, на колонковую — 1500—3500 м², на геофизическую скважину глубиной 10—15 м — 1 м². Негативное влияние оказывается и на почвенный покров буровыми станками, когда нагрузка на 1 м² достигает 0,4—1,0 кг, что вызывает глубокие нарушения их физико-механических свойств. Происходит также изменение теплового баланса недр, загрязнение окружающей среды нефтепродуктами, буровым раствором (после бурения 1 нефтепоисковой скважины сливается более 250 м³ бурового раствора), кислотами и другими токсичными компонентами, используемыми при проводке скважин.

При проведении сейсмических исследований с использованием буровзрывных работ также оказывается значительное влияние на литосферу: нарушаются физико-механические свойства почв и верхних слоев литосферы, загрязняются грунтовые воды, происходят техногенные изменения минералогического состава отложений. В республике плотность сейсмических профилей особенно высока в пределах Припятского прогиба и Брестской впадины, охватывающих в основном территории Гомельской, Брестской областей и южные районы Минской и Могилевской областей.

Большое негативное воздействие на характер изменения литосферы оказывает добыча полезных ископаемых. Следует акцентировать внимание на двух геоэкологических аспектах: извлечение из недр невозобновимых ресурсов минерального сырья и влияние разработки и переработки полезных ископаемых на окружающую среду. В республике производится добыча различных полезных ископаемых (нефть, стройматериалы, калийные соли, подземные воды и т. д.). Разработка их осуществляется различными методами: извлечением через скважины с поверхности зем-

ли, шахтным и открытым способами и т. д. Степень геоэкологического воздействия на литосферу и окружающую среду при этом в значительной мере определяется составом и типом полезного ископаемого, масштабами извлечения минерального сырья и применяемыми способами разработки.

В процессе бурения и извлечения полезных ископаемых через скважины возникают различные явления, оказывающие негативное воздействие на литосферу и подземную гидросферу. Так, при разработке залежей нефти нередко используется кислотная обработка продуктивных пластов, применяется закачка вод в недра и т. д. Это ведет к загрязнению подземных вод, провоцированию техногенных геохимических процессов, нарушению физико-химических и биохимических равновесий в системе порода — раствор и т. д. При разработке каменной соли в породах искусственно создаются обширные подземные камеры, форма и размеры которых не всегда четко контролируются и картируются. Помимо вышеописанного, глубокое проникновение в недра способствует более свободному и интенсивному выходу в атмосферу инертных (аргон, гелий) и радиоактивных газов (радон-222 и др.), что влияет на естественный химический состав атмосферы.

Серьезное воздействие на литосферу оказывает крупномасштабная разработка калийных солей в районе г. Солигорска. За тридцать лет эксплуатации Старобинского месторождения из недр извлечено несколько сотен миллионов тонн калийных солей. В результате эксплуатации месторождения проявились необратимые процессы, оказывающие негативное влияние на состояние литосферы в Солигорском промышленном районе. В зоне обрушения над выработанным пространством произошло оседание земной поверхности, что обусловило заболачивание почв и в конечном счете интенсивное развитие болотных биоценозов. Особенно интенсифицировались эти процессы в последнее десятилетие после того, как с целью увеличения коэффициента извлечения силвинитовой руды из недр широко стала применяться система разработки длинными столбами с полным или частичным обрушением кровли. Это интенсифицировало развитие трещиноватости пород в надсолевых отложениях, вспучивание подошвы горных выработок и появление зияющих трещин, уходящих вглубь (возможно вплоть до подсолевых отложений).

На поверхности земли созданы мощные техногенные геохимические аномалии, оказывающие резко негативное влияние на почвы, поверхностные и подземные воды (активно протекают процессы засоления). Накоплены в огромных объемах твердые (глинисто-солевые) и жидкие отходы, т. е. создан искусственный специфический ландшафт в виде мощных глинисто-солевых отвалов (терриконов) и озер-шламохранилищ. В местах интенсивного развития горнодобывающей промышленности возникают совершенно новые техногенные геохимические аномалии и барьеры, изучение которых и составляет теоретические основы рационального использования природных ресурсов, охраны природы и борьбы с загрязнением природной среды.

В целях уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду в последние годы начата закачка жидких отходов флотационных фабрик ПО «Белорускалий» и других химических комбинатов в недра (в подсолевые и межсолевые терригенные и карбонатные отложения). Естественно, это вызовет, с одной стороны, резкое загрязнение подземных вод в подсолевом и межсолевом гидрогеологических этажах, а с другой — концентрации солей и изменение химического состава подземных вод, создание условий возникновения участков с повышенной токсичностью вод. Перераспределение столь крупных масс горных пород и минеральных ресурсов, как это имеет место в районах нефтедобычи, г. Солигорска, г. п. Микашевичи, добычи карбонатного сырья и др., нарушает изостатическое равновесие и способствует возникновению напряжений в недрах. Это создает благоприятные предпосылки для возникновения техногенных землетрясений. Сотрясения земной коры в районе Старо-

бинского месторождения калийных солей, вызванные техногенной деятельностью, проявлялись неоднократно, но наиболее значительным событием было техногенное землетрясение 10 мая 1978 г. (магнитуда 3,5) [1]. На серьезность этой проблемы нами было обращено внимание ранее [2]. Техногенные (или обвальные) землетрясения в районах крупномасштабных разработок калийных солей не являются редкостью. Так, в 1989 г. техногенное землетрясение произошло на калийном руднике вблизи пос. Меркерес в Германии. 7 июня 1987 г. зафиксировано обвальное землетрясение в районе Северного каинитового поля рудника «Калуш» (г. Калуш Ивано-Франковской области) [3].

В результате разработки полезных ископаемых карьерным способом основное воздействие оказывается на близповерхностные слои литосферы, атмосферу, поверхностные и подземные воды. Разработка полезных ископаемых этим способом нередко требует перемещения больших масс горных пород и откачки значительных объемов воды. В результате происходит загрязнение поверхностных вод, почв, на поверхности Земли создаются искусственные формы рельефа — котловано-карьеры и другие формы техногенного рельефа. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость развития нового направления в геоморфологии — изучение техногенных форм рельефа.

Особую проблему представляет круг экологических вопросов, связанных с подземным строительством, которое достаточно активно проводится на территории республики. В этой проблематике на первое место выдвигаются вопросы экологии, связанные с сооружением подземных хранилищ углеводородов, хранением нефтепродуктов и газа, взаимодействием хранящихся продуктов с вмещающими горными породами. В условиях Республики Беларусь подземные хранилища углеводородов сооружаются в геологических формациях двух типов: соленосных и терригенных. При сооружении подземных хранилищ в соленосных формациях особую в экологическом отношении трудность представляет захоронение больших объемов рассолов, получаемых при создании камер в каменной соли. Эти рассолы могут быть захоронены в породах-коллекторах. Сооружение подземных хранилищ газа в терригенных формациях также оказывает определенное влияние на окружающую среду, в том числе на литосферу. Во-первых, происходит утечка части газа через верхние слои в атмосферу, во-вторых, в процессе миграции газов изменяется газовый режим перекрывающих отложений, что может стимулировать развитие определенных видов микроорганизмов.

При всех видах надземного строительства в городах, поселках, а также в промышленности и сельском хозяйстве экологические позиции определяются инженерно-геологическими свойствами горных пород, обуславливающих устойчивость всех хозяйственных объектов, размещенных на земле. Изменение этих свойств происходит под влиянием сосредоточенной нагрузки на породы в результате воздействия повышенных температур, избыточного увлажнения грунтов при фильтрации техногенных вод и химического воздействия на грунты агрессивных техногенных растворов. Необходим также учет интенсивности неотектонических движений.

Ряд геоэкологических проблем возникает при сооружении и эксплуатации продуктопроводов. Степень воздействия на верхние слои литосферы особенно значительна при сооружении протяженных продуктопроводов. Серьезную опасность представляют аварии, сопровождающиеся выбросом значительных объемов нефтепродуктов на земную поверхность, что приводит к загрязнению почв, поверхностных и грунтовых вод. Так, только в 1991 г. на территории республики произошли две крупные аварии, одна из них (в районе г. п. Мядель) создала угрозу загрязнения поверхностных вод, поступающих в Вилейско — Минскую водную систему.

Для Беларуси важным геоэкологическим направлением является исследование влияния радионуклидного загрязнения на близрасположенные к земной поверхности залежи торфа, песков, глин и других видов

стройматериалов, а также влияние радионуклидного и химического загрязнения на подземные воды.

Одна из актуальнейших задач — проблема захоронения радиоактивных и других высокотоксичных отходов. Захоронение их может производиться как на поверхности земли, так и в недрах. Мировой опыт показывает, что наиболее оптимальными для этих целей в условиях Беларуси являются преимущественно глинистые и соленосные формации, в частности, использование отработанных горных выработок калийных шахт и создание искусственных камер в верхнедевонских соленосных отложениях.

Рассмотренные вопросы, по нашему мнению, должны составлять основу геоэкологической проблематики. Решение их на современном этапе является одной из первоочередных задач. При разработке общей концепции геоэкологических исследований необходимо учитывать тот факт, что прогрессирующие изменения в верхних слоях литосферы, связанные с техногенной деятельностью, оказывают воздействие на гидросферу, атмосферу и биосферу. Поэтому при изучении негативных в экологическом отношении процессов и явлений в литосфере необходимо привлечение информации по указанным геосферам и постановка соответствующих комплексных исследований.

В соответствии с вышеотмеченным вытекает ряд концептуальных положений, определяющих направленность геоэкологических исследований в Республике Беларусь по защите геоэкологической среды от негативных последствий техногенеза:

1. Регулирование природных процессов, в том числе регулирование техногенных изменений в геологической среде с целью сохранения химического, физического и биологического баланса и естественного круговорота вещества.

2. Более полное и комплексное использование минеральных ресурсов, освоение новых видов минерального сырья и создание более совершенных технологий по его разведке, добыче и переработке.

3. Проблема захоронения отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

4. Рекультивация земель на объектах, подвергшихся техногенному воздействию.

5. Создание системы мониторинга геологической среды и банка данных с целью изучения взаимозависимостей между литосферой, гидросферой и биосферой.

6. Создание системы подготовки и переподготовки кадров и единой системы научных исследований.

В свете предложенной концепции предусматривается разработка ряда программ: 1) по охране окружающей среды и литосферы при ведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений полезных ископаемых, подземном и наземном строительстве; 2) по исследованию радионуклидного загрязнения близрасположенных к земной поверхности полезных ископаемых (торф, пески, глины и др.) и подземных вод; 3) по региональному изучению естественного состояния и техногенных изменений в верхних слоях литосферы; 4) по захоронению высокотоксичных, радиоактивных и других отходов в геологических формациях и т. д.

В результате будут разработаны рекомендации по наиболее оптимальным условиям управления и координации геоэкологических исследований в республике и дан прогноз наиболее неблагоприятных негативных изменений в верхней части литосферы.

Список литературы

1. Бурак В. М. // Докл. АН БССР. 1988. Т. 32. № 11. С. 1025.
2. Демидович Л. А., Высоцкий Э. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1990. № 2. С. 62.
3. Костюк О. П., Руденская И. М., Москаленко Т. П. // Землетрясения в СССР в 1987 году. М., 1990. С. 10.



ДИАЛОГ С ПРИРОДОЙ: ВОЗМОЖНО ЛИ СОТВОРЧЕСТВО?

3 октября 1991 г. в Иркутске состоялось научное совещание по проблемам сотворчества человека с природой, организованное Институтом географии СО АН СССР и Восточно-Сибирским филиалом Географического общества СССР. На нем присутствовали ученые из Иркутска, Улан-Удэ, Читы, Якутска, Минска, Ульяновска, Новосибирска. Обоснование основной идеи сотворчества было сделано акад. В. В. Сочавой в его последних работах (1975, 1978 гг.). Открывая совещание, директор Института географии СО АН СССР акад. В. В. Воробьев отметил, что В. В. Сочава не успел разработать эту концепцию; доклады, представленные на конференцию, должны внести вклад в ее дальнейшее развитие. Он оценил также роль географии в изучении механизма нарушений сложного баланса в ландшафтной оболочке под влиянием антропогенной нагрузки, выявления путей их предотвращения.

В докладе В. А. Снытко отмечены давние традиции идей сотворчества в географии, роль науки, научного творчества в изучении законов природы, влияющих на процесс использования ее ресурсов, необходимость применения разработанных В. В. Сочавой идей.

А. А. Крауклис рассмотрел гуманитарные составляющие геосистем сотворчества: восприятие ландшафта; складывающийся в сознании человека «внутренний ландшафт», во многом определяющий отношение к окружающему («внешнему») ландшафту; культуру земли — креативный (творческий) аспект эколого-географического взаимодействия человека, общества и природы.

Своеобразное мнение о геосистемах сотворчества и их соотношении с понятием ноосферы и культурного ландшафта изложил В. В. Рюмин. Он обратил внимание на то, что на каждом этапе развития этносов, народов могут быть свои идеалы взаимоотношения человека и природы. Им предложен ретроспективный анализ роли рек в мировой цивилизации, раскрыты основные аспекты воздействия хозяйства на окружающую среду (на примере бассейна Волги и Оки).

Многие докладчики продолжили осмысление проблем научного творчества в связи с взаимоотношениями человека и природы. И. В. Карнацевич и Е. Г. Суворов высказали мысль, что научные исследования — это один из аспектов сотворчества человека с природой.

В докладе Е. Г. Нечаевой были показаны возможности применения концепции сотворчества к изучению и прогнозу природоохранных проблем с обоснованием способов их предупреждения. Основное внимание акцентировалось на изучении закономерностей циклического вещественно-энергетического обмена как главного и универсального функционально-динамического механизма геосистем, обеспечивающего их устойчивость и содержащего элементы направленных изменений в ходе естественных процессов и антропогенных воздействий.

Роль географического эксперимента в разработке норм природопользования рассмотрел Ю. М. Семенов. Он отметил, что экспериментальное моделирование взаимодействия природы и общества в отдельных локусах природной среды разворачивается во времени и пространстве с помощью результатов стационарного изучения природных режимов и использования картографических методов. При этом необходим комплексный многосторонний анализ.

О важности стационарных исследований в решении задач сотворчества говорилось также в докладах Е. Г. Суворова, А. А. Серышева и А. В. Мартынова. Особенности организации и варианты территориальной структуры национального парка в Байкальском регионе (Тункинское) было посвящено выступление А. Б. Иметхенова (совместно с С. П. Бусловым и А. А. Атуновым). Оценке степени техногенного воздействия на ландшафты котловины оз. Байкал в зависимости от удаленности от промышленного предприятия, экспозиции склона, структуры растительности на основе лишайной индикации было посвящено сообщение Л. А. Выходной. А. А. Горшкова раскрыла ме-

ханизм устойчивости степных сообществ Тувы к антропогенным факторам, в частности к выпасу. Н. К. Чертко рассмотрел геохимическую структуру агроландшафтов Беларуси и возможные пути оптимизации агроландшафтов. По его мнению, сотворчество должно быть не философским, теоретическим, а научно-производственным понятием. О проблемах сельского хозяйства в Прибайкалье излагалось в докладе А. В. Резниковой и Э. А. Ржелка. Они говорили об особенностях эколого-хозяйственной оценки агроландшафта. Э. Ц. Дамбиев остановился на методике оценки повышения экологического потенциала дефлированных урочищ при создании защитных лесонасаждений на примере Селенгинского среднегорья. О проблемах взаимодействия железной дороги с окружающей природной средой было изложено в докладе Л. М. Ядыкина. Важно, что выступления, посвященные отраслевым проблемам, носили комплексный характер, предлагали широкую природоохранную ориентацию (доклады А. Н. Антипова, В. Н. Федорова и И. В. Карнацевича). По мнению С. В. Дуденко, изменения общества связаны с изменением его местообитания, но вопрос в том, сотворчество ли это. Принципы размещения производительных сил указаны в докладе А. Н. Титова, В. Г. Григоровой, А. И. Кривоборской.

В докладах почти не приводилось конкретных примеров сотворчества. Многие выступления рассматривали факты негативного воздействия человека на окружающую среду (С. Т. Будьков и др.).

В дискуссии выступили Л. И. Гречушкина, Н. А. Николаева, С. Ю. Затурыев, А. М. Котельников, Л. М. Корытный, В. А. Снытко подвел итоги совещания. Он отметил, что, хотя не получено однозначного решения о путях создания геосистем сотворчества, научное совещание дало положительные результаты.

Р. А. Жмойдяк, Н. К. Чертко, В. В. Рюмин

ЯН ДОМИНИКОВИЧ ЧЕРСКИЙ (1845—1892)

25 июня (7 июля) 1992 г. исполнилось 100 лет со дня смерти великого географа и путешественника, выдающегося сына земли белорусской Яна Доминиковича Черского.

Я. Д. Черский родился 3(15) мая 1845 г. в родовом имении «Сволна» Дриссенского уезда Витебской губернии (ныне Верхнедвинский район Витебской области), в семье небогатого белорусского дворянина.

В 1863 г. 18-летний студент Виленского дворянского института Ян Черский был арестован за участие в освободительном движении, руководимом Кастусем Калиновским, и осужден Витебским военно-полевым судом на бессрочную ссылку в Сибирь с конфискацией имения и лишением дворянского звания.

На пути по этапу в место ссылки (г. Омск) Я. Д. Черский сблизился с одним из сподвижников К. Калиновского, известным геологом А. Л. Чекановским (1833—1876), пробудившем в нем интерес к проблемам «геологической географии». Эта встреча предопределила дальнейший жизненный путь Я. Д. Черского. Годы пребывания в Омской ссылке стали годами настойчивого и самозабвенного изучения естественных наук, чему способствовали встречи с жившими в Омске путешественником Г. Н. Потаниным, библиофилом В. И. Квятковским и академиком А. Ф. Миндендорфом.

В 1869 г. в связи с обострившейся болезнью сердца Я. Д. Черский был переведен на вольное поселение в Сибирь, без права проживания в крупных городах. Спустя два года по ходатайству Сибирского отдела Географического общества он получил разрешение на переезд в г. Иркутск — «столицу Сибири», центр золотопромышленников и ссыльных ученых. Здесь началось счастливое и плодотворное сотрудничество Я. Д. Черского с выдающимся зоологом белорусом Б. И. Дыбовским (1833—1930), посланным в Иркутск за сотрудничеством с К. Калиновским. Почти в каждом выпуске «Известий Географического общества» выходят оригинальные статьи Я. Д. Черского по материалам исследований горных систем Прибайкалья.

В 1877 г. Географическое общество поставило перед Черским сложнейшую задачу — комплексное изучение побережья Байкала. За 4 года, на грани гражданского подвига, Черский проделал практически невозможную для одного человека работу по составлению 10-верстной геолого-геоморфологической карты Байкала, использовавшейся на практике вплоть до 40-х гг. XX в. (Золотая медаль Географического общества). Летом 1881 г. с сильно подорванным здоровьем, Черский выполняет «с лодки» описание бассейна р. Селенги — его «ногами и глазами» был ссыльный белорус, впоследствии известный археолог Н. И. Витковский.

Вскоре Географическое общество добилося амнистии Я. Д. Черскому и поручило ему провести детальное геологическое исследование Сибирского тракта от Иркутска до Урала. В результате была нарисована стройная палеогеографическая картина для Южной Сибири между Яблоновым и Уральским хребтами (Золотая медаль им. Ф. Литке); спустя несколько лет по этой трассе пройдет Транссибирская магистраль.

С 1886 г. по 1891 г. Черский живет в Санкт-Петербурге. В этот период он по рекомендации Президента ГО П. П. Семенова-Тян-Шанского как «лучший знаток Сибири» обобщает результаты всех своих экспедиций в виде 2-томной географической сводки к устаревшему «Землеведению Сибири» Карла Риттера (1779—1859). В сравне-

нии с вульгарным географизмом Риттера, взгляды Черского на физико-географические условия Сибири явились глубоко прогрессивными и убедительными. Новаторство его заключалось в комплексном исследовании проблем с широкими физико-географическими позиций, во всеобщей связи и взаимозависимости природных явлений. Многие его труды, и сейчас не утратив научной ценности (идея эволюционного развития рельефа, палеотектоническая схема Сибири и др.), снискали неистовому и самозабвенному исследователю репутацию географа и путешественника мирового масштаба.

Зимой 1891 г. Я. Д. Черский вместе с женой Маврой Павловной и 12-летним сыном отправляется из Петербурга в Колымо-Индигирскую экспедицию по почти неисследованному краю Сибири. В необычайно суровых условиях экспедиционный баркас проходит абсолютно пустынный северо-восток Якутии.

25 июня 1892 г. состояние здоровья Яна Доминиковича резко ухудшается и он умирает в низовьях р. Колымы. 1 июля М. П. Черская хоронит 47-летнего мужа в замке Колымской у устья Омолона — притока Колымы...

Заслуги Яна Доминиковича Черского перед Отечеством навсегда вошли в мировую сокровищницу географических открытий и свершений.

Именем Черского названы горная страна в Якутии и Магаданской области, протяженностью 1500 км, хребет в Забайкалье, поселок в устье Колымы, горные вершины, вулкан в Восточном Саяне.

Я. Д. Черский велик и как путешественник, и как географ, и как гражданин-патриот. Человек трагической судьбы — он прожил всю свою сознательную жизнь вдали от родной Витебщины, но всегда был верен белорусскому народу.

В. С. Аношко, В. А. Ермоленко, Р. А. Жмойдяк

РЕФЕРАТЫ

УДК 542.2

Б р а н и ц к и й Г. А., Б а р а н С. В., И в а н о в с к а я М. И. Химические аспекты проблемы создания термокаталитических газовых сенсоров // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Проанализированы литературные данные и подытожены основные результаты исследований, проводившихся с участием авторов обзора, относящиеся к проблеме создания новых и усовершенствования существующих термокаталитических газовых сенсоров. Сделан вывод о перспективности использования в составе чувствительных элементов сенсоров микрогетерогенных пленочных структур из частиц благородных металлов и термостойких оксидов, выполняющих функцию эффективных катализаторов реакций глубокого окисления взрывоопасных и токсичных газов.

Библиогр. 52 назв., табл. 1.

УДК 547.831

Б а р а н о в с к а я Т. В., П ш е н и ч н ы й Г. В., С т а н и ш е в с к и й Л. С. Синтез 4-гидрокси-2-фенилдекагидрохинолин-4-она и 4-гидрокси-2-фенилоктагидропириндин-4-она на основе эпоксидов 1-ацетилцикленов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

При взаимодействии 1-ацетил-1,2-эпоксидциклогексана и 1-ацетил-1,2-эпоксидциклопентана с бензальдегидом получены 2,3-тетраметил- и 2,3-триметил-2-циннамоилоксираны, которые реакцией с метиламином превращены в *цис*-4а(β)-гидрокси-1-метил-2(α)-фенилдекагидрохинолин-4-он и *цис*-4а(β)-гидрокси-1-метил-2(α)-фенилоктагидропириндин-4-он.

Библиогр. 5 назв.

УДК 547.458.81

З у б е ц О. В., Ш и ш о н о к М. В., Г е р т Е. В., К а п у ц к и й Ф. Н. Азотнокислый вариант получения микрокристаллической целлюлозы II из нативного волокна // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Обсуждена возможность выделения микрокристаллической целлюлозы II (МКЦ II) непосредственно из природного волокна по чисто кислотной схеме, не прибегая к классической мерсеризации раствором гидроксида натрия. Азотная кислота в этом случае выполняет роль и «мерсеризирующего» и гидролизующего агента. Трансформация кристаллической решетки целлюлозы I в решетку целлюлозы II осуществляется через «соединение Кнехта», формирующееся в результате взаимодействия нативного волокна с 67—69 % -й азотной кислотой.

Полученная таким рациональным способом МКЦ II представляет собой высокодисперсный однородный продукт, отличающийся от промышленных образцов улучшенными гидрофильными и сорбционными характеристиками.

Библиогр. 11 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 621.793.3

Б о б р о в с к а я В. П., С о к о л о в В. Г., Б и р ю к о в а Н. М. Влияние ионов сульфаминовой кислоты на процесс химического осаждения никеля из гипофосфитных растворов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Исследовано влияние ионов сульфаминовой кислоты на процесс химического осаждения никеля. Показано, что использование в составе раствора химического никелирования сульфаминовокислого никеля вместо хлорида никеля не оказывает существенного влияния на скорость осаждения никеля, величину индукционного периода реакции и концентрацию соосаждающегося фосфора, но способствует образованию более блестящих, механически более прочных и однородных по микроструктуре покрытий.

Библиогр. 4 назв., ил. 3.

УДК 621.357.8:669.716.9

К о л е д а В. В., К а з а к о в А. А., Щ у к и н Г. Л. Влияние условий формирования анодных пленок оксида алюминия на их толщину // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Рассмотрены особенности формирования переменным током анодных оксидных пленок алюминия в электролите, содержащем серную кислоту и сульфат меди. С помощью метода математического планирования эксперимента выбраны оптимальные условия про-

ведения процесса анодирования, исследовано влияние температуры электролита, клеммного напряжения, продолжительности анодирования, состава электролита на толщину образующегося оксидного покрытия.

Библиогр. 8 назв., табл. 1.

УДК 574.474(28)

Бабицкий В. А. Донная мейофауна озер, находящихся под влиянием аварии на ЧАЭС // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Представлены сведения о вертикальной стратификации в толще седиментов мейофауны трех озер Гомельской обл., подвергнувшихся загрязнению радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС. Показано, что характер распределения беспозвоночных в большей степени определяется особенностями водоемов, чем их принадлежностью к той или иной систематической группе. Наибольшая общая численность (15,22 тыс. экз./м²) и биомасса (0,52 г/м² сыр. вещ.) мейобентоса зарегистрирована в наиболее трофном оз. Ревучее. В менее трофных озерах Риславское и Святское соответствующие показатели составили только 2,63, 1,49 тыс. экз./м² и 0,15, 0,03 г/м².

Библиогр. 10 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 58.085:577.352

Юрин В. М., Соколик А. И., Матусов Г. Д. Мембранотропный эффект некоторых регуляторов роста растений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

На модельном объекте — плазмалемме клеток харовой водоросли *Nitella flexilis*, — используя микроэлектродную технику и методику фиксации напряжения, испытаны на мембранотропный эффект синтетические регуляторы роста — лайма (кальциевая соль нафталин-сульфоновой кислоты) и квартазин (хлорид-*N*, *N*-диметил-*N*-(β-хлорэтил) гидразония).

Показано, что лайма в концентрации 0,01 % вызывает эффект, выражающийся в снижении проводимости ионных каналов всех видов, в основе чего, по-видимому, лежит взаимодействие препарата с липидным матриксом мембраны. Квартазин вплоть до концентрации 0,3 % подобных эффектов не вызывает.

Библиогр. 10 назв., ил. 3.

УДК 582.28:502.7

Стефанович А. И. К вопросу об охране грибов в Республике Беларусь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

В целях охраны и воспроизводства грибов считается необходимым: проведение мероприятий по оптимизации и стабилизации экосистем; изучение ареалов и экологии редких и исчезающих видов грибов, их безотлагательное включение в Красную книгу; выделение природоохранных территорий, создание микологических заказников и микрозаповедников; контроль за сбором съедобных грибов; получение и хранение чистых культур; проведение планомерной и широкой просветительной работы среди населения.

Библиогр. 9 назв.

УДК 581.132

Кахнович Л. В., Стружко В. А. Изменение соотношения хлорофилла в пигмент-белковых комплексах при дефиците белка в хлоропластах // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Исследован пигментный фонд фотосинтетических мембран растений ячменя при экспериментальном ингибировании синтеза белков в хлоропластах хлорамфениколом. Показано, что при дефиците белка в хлоропластах происходит ингибирование образования пигмент-белковых комплексов фотосистемы I и фотосистемы II в большей степени, чем светособирающих комплексов.

Библиогр. 7 назв., табл. 2.

УДК 576.31

Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н., Ластовская Л. А., Сенчук В. В. Влияние ароматических аминов на состояние белков цитоскелета печени и головного мозга крыс // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Исследовано влияние бензидаина и 3,3-диметилбензидаина на агрегатное состояние актина в цитоплазматической фракции печени и головного мозга крыс, а также на белковый состав цитоскелета гепатоцитов. Показано, что изменения состояния белков цитоскелета под действием ароматических аминов тканеспецифичны и представляют собой адаптивную реакцию клеток на повреждающее действие чужеродных соединений.

Библиогр. 13 назв., ил. 3 табл. 1.

УДК 582.285.2(476.1)

Гирилович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С. Ржавчинные грибы восточной части Минско-Борисовского геоботанического района // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

В различных фитоценозах восточной части Минско-Борисовского геоботанического района выявлено 128 видов грибов порядка Uredinales, которые паразитировали на 257 видах высших цветковых растений 44 семейств.

Библиогр. 7 назв., табл. 3.

УДК 551.481

Базыленко Г. М., Гурьянова Л. В., Блажевич Л. А. Тепловой баланс оз. Нарочь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

На основании многолетних (1965—1985) наблюдений за элементами гидрологического режима и метеоусловиями над водоемом рассчитаны основные составляющие теплового баланса озера в безледный период. Анализ структуры теплового баланса показал, что определяющим фактором термического режима оз. Нарочь в период открытой воды является энергетический обмен между поверхностью воды и приводным слоем воздуха (испарение, эффективное излучение, турбулентный теплообмен). В результате этих процессов более 30 % поглощенной водой радиации возвращается в атмосферу. В сумме аккумулированного тепла в период открытой воды на теплозапас водной массы приходится 60—70 %, соответственно на теплоактивный слой донных отложений — 30—40 %.

Библиогр. 9 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 551.481.1

Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф. Водохозяйственный баланс мелководного озера в условиях осушительной мелиорации земель Полесья (на примере оз. Червоное, РБ) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Рассматриваются основные составляющие водохозяйственного баланса оз. Червоное (РБ). В условиях проведения осушительной мелиорации земель (в объемах 40 % от площади озерного водосбора) с использованием озера в качестве водоприемника дренажных вод наблюдается увеличение объема годового стока в 2—3 раза по сравнению с домелиоративным периодом. Однако недоучет техногенных трансформаций притока с водосборной территории, экологически ненормированное водопотребление вызывают понижение уровня мелководного озера.

Библиогр. 4 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 911.3.312(476)

Загорец И. В. Влияние миграции населения на трудоресурсный потенциал Гомельской области // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

На основе оригинального статистического материала проанализировано воздействие миграционных перемещений на трудоресурсный потенциал Гомельской области. Даны рекомендации по смягчению экономических и социальных последствий падения трудоресурсного потенциала области.

УДК 574.5(285.2)

Вежновец Г. Г., Бойкова С. А., Каратаев А. Ю. Изменение гидробиологического режима оз. Миорское в условиях антропогенного загрязнения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Изучены видовой состав и количественные показатели фитопланктона, зоопланктона и зообентоса оз. Миорское в июне—июле 1990 г. По сравнению с 1971 г. численность фитопланктона возросла в 41, биомасса — в 7 раз, зообентоса — в 11 и 2 раза соответственно. Численность зоопланктона увеличилась в 4 раза без изменения биомассы. Продукция фитопланктона возросла в 6,8 раза, суммарная продукция мирных животных планктона и бентоса в 2,2 раза, продукция хищных беспозвоночных снизилась в 2,1 раза. Эффективность утилизации первичной продукции фитопланктона вторым трофическим уровнем снизилась в 3, а хищными животными планктона и бентоса в 13,6 раза.

Библиогр. 3 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 504.064

Киселев В. Н. Концепция качества окружающей среды Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Анализируются существующие представления о качестве окружающей среды. Предлагается концепция качества окружающей среды, учитывающая систему расселения, использование природных ресурсов, здоровье населения, загрязнение и другие критерии.

Библиогр. 6 назв.

УДК 626.87:581(132+174.1)

Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Куликов Я. К., Скурко И. Е., Зеленкевич Л. Ф. Эффективность последствий оптимизации дерново-подзолистой почвы при выращивании кукурузы // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Результаты многолетних исследований по улучшению (оптимизации) дерново-подзолистых глееватых связносупесчаных почв путем одноразового внесения абсолютно сухого торфа в дозах 100—400 т/га показали, что положительное действие торфа в дозах 300—400 т/га сохранялось на десятый — одиннадцатый годы после внесения. Оно проявлялось в улучшении основных свойств почвы, что обусловило интенсификацию ростовых процессов, формирование фотосинтетического аппарата и высокий урожай растений кукурузы.

Библнгр. 3 назв., табл. 3.

УДК 551.481.1(476)

Власов Б. П., Иконников В. Ф., Ясько А. О. Форма котловин озер Беларуси и ее трансформация в процессе осадконакопления // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Строение подводной части озерных котловин определяется генезисом, заполненностью осадками и является ведущим морфологическим показателем. Статистическая обработка результатов комплексного обследования более 500 водоемов республики выявила, что наиболее распространенными древними и современными являются котловины параболической и полуэллиптической форм. В процессе эволюции происходит изменение формы в сторону увеличения коэффициента емкости. Установлена корреляционная зависимость степени заполнения осадками и показателями водосбора.

Библнгр. 7 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 556.5:631.6+627.81

Соломко А. В., Киреенко Е. Г. Проблемы формирования экономического механизма рационального природопользования Республики Беларусь в условиях рыночных отношений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Сложившаяся экологическая ситуация стала критической и является одним из факторов, ограничивающим возможности социально-экономического роста.

Отмечаются два основных подхода к экономической оценке природных ресурсов: затратный и рентный. Внесены предложения по вопросам платы за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды.

Библнгр. 3 назв.

УДК 801.311

Рылюк Г. Я. Русские топонимы на карте Северной и Южной Америки // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Рассматривается история вопроса о появлении русских топонимов на современной карте Северной и Южной Америки. Установлено, что на территории Южной Америки имеются географические названия, данные в честь белоруса Игнатия Домейко.

УДК 550.83/84

Трофимов А. М., Широков В. М. Динамические принципы изменения географических ситуаций и состояния геосистем // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Рассмотрены особенности изменения географических ситуаций и состояния геосистем в определенном географическом пространстве-времени. Даны принципы геоситуационного подхода к анализу механизмов изменения географических объектов. Приводится формализованное описание определенных состояний географического пространства-времени.

Библнгр. 5 назв.

УДК 551:774.4(476)

Демидович Л. А., Савицкий Б. П., Высоцкий Э. А., Обровец С. М. Концепция геоэкологических исследований верхней части литосферы территории Республики Беларусь // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3.

Рассмотрены основные проблемные вопросы охраны верхней части литосферы в пределах территории Республики Беларусь. Предложена концепция геоэкологических исследований, позволяющая ориентировать направление геоэкологических работ в республике и прогнозировать характер и масштабы негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на верхние слои литосферы.

Библнгр. 3 назв.

