

ISSN 0372-5340

ВЕСТНИК

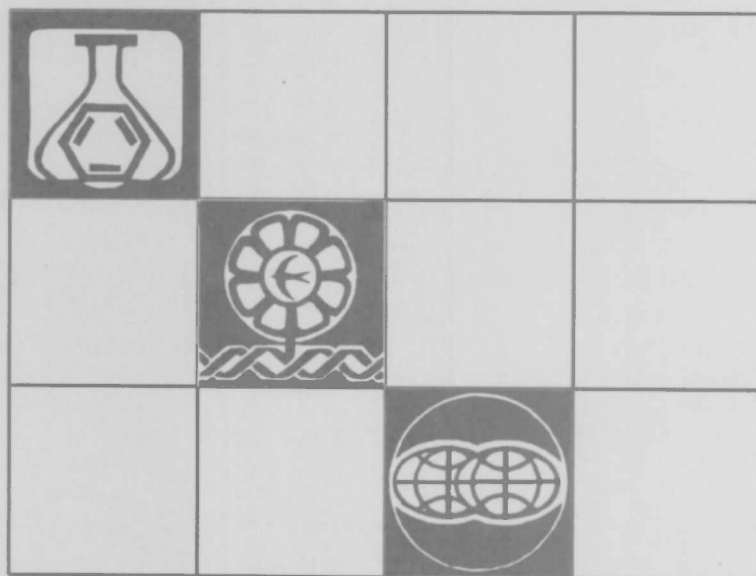
Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

1

2000



ВЕСТНИК

**Белорусского государственного
университета**

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

**Химия
Биология
География**

1/2000

Февраль



МИНСК
"УНІВЕРСІТЭЦКАЕ"

Главный редактор В.Г. РУДЬ

Редакционная коллегия серии:

Ф.Н. КАПУЦКИЙ (*ответственный редактор*),
Г.А. БРАНИЦКИЙ, С.А. ВОРОБЬЕВА (*ответственный секретарь*),
И.И. ПИРОЖНИК, В.Н. КИСЕЛЕВ, Л.В. КОЗЛОВСКАЯ (*зам. ответ-*
ственного редактора), И.К. ЛОПАТИН, В.В. ЛЫСАК, В.А. ПРОКУ-

ЛЕВИЧ, Е.М. РАХМАНЬКО, В.В. СЕНЧУК (*зам. ответственного*
редактора), Л.С. СТАНИШЕВСКИЙ, А.В. ТОМАШЕВИЧ, В.М.ЮРИН

Учредитель:
Белорусский государственный университет

Регистрационный №805

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 2000. №1.

Редактор *И.А. Лешкевич*
Художественный редактор *В.Г. Мищенко*
Технический редактор и корректор *Г.И. Хмарун*

Набор и верстка выполнены в редакции журнала *Ю.Н.Развановым* и *Ю.И. Денисовым*

Подписано в печать 07.03.2000. Формат 70х108 1/16. Бумага офс. Печать офс. Усл.
печ. л. 8,4. Усл. кр.-отт. 8,52. Уч.-изд. л. 10,25. Тираж 400 экз. Заказ №... Цена 250 р.

Издательство "Універсітэцкае". 220048, Минск, пр.Машерова, 11. Адрес редакции:
220050, Минск, ул. Бобруйская, 7, тел. 206-64-52.

Отпечатано с готовых диапозитивов заказчика в Издательском центре БГУ
220030, Минск, ул.Красноармейская, 6.

© Вестник БГУ, 2000



УДК 541.64:547.31

Ф.Н. КАПУЦКИЙ, В.П. МАРДЫКИН, Л.В. ГАПОНИК, В.П. ЛЕСНЯК, С.В. КОСТЮК

ПОДГОТОВКА ФРАКЦИИ C_9 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

The influence of ways of preparation of the fraction C_9 on properties of obtained aromatic hydrocarbon resins have been studied. The optimal parameters of prepolymerization preparation of the fraction necessary for obtaining of light thermally sound resins have been revealed.

Для получения олефиновых и диеновых мономеров в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности углеводородное сырье (бензин, углеводородные газы, мазут и др.) подвергается пиролизу. При этом одновременно с целевыми продуктами (этилен, пропилен, дивинил) образуется около 20% так называемых жидких продуктов пиролиза. Из них выделяются фракции со значительным количеством полимеризационно-активных компонентов: C_5 ($T_{\text{кип}}$ до 70°C), содержит главным образом диены (дивинил, изопрен, циклопентадиен), C_6 – C_8 (бензол-толуол-ксилольная) и C_9 ($T_{\text{кип}}$ 130 – 200°C), в состав которой входят ароматические соединения, способные к полимеризации (производные стирола, индена, дициклопентадиена).

В процессе производства вначале отделяются фракции C_5 и C_{6-8} , которые после гидростабилизации применяются в составах бензинов. Наиболее рациональным способом использования мономерсодержащих фракций C_5 и C_9 является получение на их основе углеводородных смол. Выпускаемые в настоящее время смолы с точки зрения потребителя (лакокрасочная промышленность, производство композиционных материалов и др.) имеют ряд существенных недостатков, снижающих качество материалов с их использованием. Для расширения области применения получаемых материалов необходимо улучшение ряда показателей и прежде всего таких, как цветность, термостойкость смол и уменьшение их токсичности. Поэтому совершенствование технологии производства нефтеполимерных смол (НПС) является проблемой весьма актуальной.

Целью данной работы было изучение влияния способов подготовки фракции C_9 на свойства получаемых смол, и в том числе отработка оптимальных условий получения слабоокрашенных термостойких олигомеров.

Нами в ходе работы использовалось несколько фракций C_9 , состав некоторых из них представлен в табл. 1. Поскольку состав промышленных фракций нестабилен по содержанию углеводородных компонентов – он определяется исходным сырьем и условиями пиролиза, то для производства качественных смол в некоторых случаях необходимо проводить предполимеризационную подготовку фракции C_9 . Это позволяет кроме указанных показателей изменять в определенных пределах некоторые другие физико-химические свойства получаемых смол.

В ходе опытов (табл. 2) установлено, что при использовании фракций с большим диапазоном температур кипения образуются олигомеры с низкими выходами (фракция 1). Анализ данных ГЖХ показывает, что такие фракции, как

правило, содержат большое количество низкокипящих несмолообразующих соединений (толуол, *о*-, *м*-, *п*-ксилолы, этилбензол и т. п.). Соответственно при использовании более высококипящих фракций наблюдается увеличение выхода нефтеполимерных смол (фракция 3). Кроме того, в этом случае образуются быстросохнущие смолы с большей температурой размягчения. В соответствии с этим для получения слабоокрашенных смол с хорошими выходами можно рекомендовать дополнительную дистилляцию фракций, кипящих в широком температурном интервале с ограничением диапазона кипения целевой фракции температурой от 140 до 200°C. Увеличение же верхнего предела выкипания нецелесообразно, так как это приводит к заметному ухудшению цветности синтезируемых образцов НПС (фракция 3).

Таблица 1
Углеводородный состав фракций C₉ (% масс.)

Углеводород	Фракция			
	1	2	3	4
Стирол	13,77	16,80	11,10	11,38
-Метилстирол	2,14	2,10	3,70	2,48
Аллилбензол	0,87	0,60	1,90	1,11
<i>о</i> -, <i>м</i> -, <i>п</i> -Винилтолуол	9,15	4,80	4,00	4,49
Дициклопентадиен	5,08	25,60	7,60	30,17
Индан	12,44	4,50	2,50	—
Толуол	0,58	1,90	12,00	3,89
Этилбензол	3,25	2,30	10,00	3,98
<i>м</i> -, <i>п</i> - Ксилол	18,80	9,10	18,10	6,80
<i>о</i> -Ксилол	7,04	7,50	8,95	8,90
Изопропилбензол	0,54	0,10	1,20	0,10
<i>н</i> -Пропилбензол	1,22	0,20	2,50	0,63
<i>м</i> -, <i>п</i> - Этилтолуол	5,98	2,60	4,90	3,63
1,3,5-Триметилбензол	6,23	8,20	4,10	6,98
1,2,3-Триметилбензол	11,08	7,40	3,20	—
Индан	1,07	0,90	3,70	—
Бензол	—	—	—	0,05
1,2,4-Триметилбензол	—	—	—	7,07
Не идентифицированные	0,76	5,40	0,55	8,34

Таблица 2
Влияние состава фракции C₉ на свойства смол

Фракция, №	Тем. фракции, °C	Свойства НПС			
		Цвет по ИМШ	Мп	T _{разм.} , °C	Выход, % на фракцию
1	118–197	15	620	90–96	25
2	129–169	20	550	67–72	20
	135–210	40	590	82–87	49
	144–199	20	740	112–119	52
3	132–177	20	540	85–90	37
4	150–175	15	440	78–81	48

Примечание: все опыты проводились в присутствии одного катализатора — AlCl₃·OPh₂; номера фракций соответствуют приведенным в табл. 1

Таблица 3
Зависимость свойств НПС от способа подготовки фракции C₉

Фракция	Свойства НПС			
	Цвет по ИМШ	Мп	T _{разм.} , °C	Выход, % на фракцию
Техническая	50	590	89–95	45
Перегнанная	25	600	85–90	50
Очищенная	10	630	104–106	40
и перегнанная	70	470	62–67	26
Очищенная				

Примечание: все опыты проводились на одной фракции в сходных условиях

Уменьшение количества цветоопределяющих компонентов (циклопентадиена, метилциклопентадиена, фульвена, метилфульвена и других соединений) достигается и дополнительной обработкой фракции диенофильными реагентами типа непредельных карбоновых кислот, сложных эфиров, ангидридов, нитрилов, амидов, имидов, альдегидов, хинонов [1–10]. В ходе этого процесса образуются аддукты Дильса–Альдера. Нами в качестве диенофильного соединения был использован малеиновый ангидрид. Фракции, очищенные малеиновым ангидридом, позволяют получать смолы улучшенной цветности, но в то же время происходит снижение выхода продуктов олигомеризации (табл. 3). В зависимости от условий олигомеризации при использовании очищенной фракции выход олигомеров изменяется от 40 до 60 % (58 % при максимальной температуре олигомеризации 110°C [11]). Увеличение температуры выше 100°C не желательно, так как при этом происходит ухудшение цвета смолы.

Как показывают результаты экспериментов, при обработке фракции малеиновым ангидридом требуется последующая ее дистилляция, так как отказ от нее приводит в конечном итоге к получению темных смол с низкой температурой размягчения и малыми выходами (фракция 4 в

табл. 3). В ходе обработки фракции диенофильными соединениями для более полного и эффективного связывания цветоопределяющих компонентов рекомендуется дополнительно вводить активаторы различной природы [2, 4–6]. Оптимальная методика очистки, отработанная нами, следующая: в определенный объем фракции вводится малеиновый ангидрид, она нагревается до 50–55°C. Затем при перемешивании добавляется активатор (раствор $AlCl_3 \cdot OPh_2$ в толуоле). Спустя 25–35 мин проводится дистилляция обработанной фракции. Получение и выделение нефтеполимерной смолы осуществляли, как описано в [12].

Подготовка фракций сопровождается изменением их мономерного состава в пределах 5% (табл. 4). Здесь необходимо отметить, что использование обычных методик ГЖХ для определения ароматических углеводородов не позволяет точно установить содержание цветоопределяющих компонентов и анализ полученных таким образом данных не выявляет кардинальных отличий в составах исходной и обработанной фракций.

Таблица 4

Содержание непредельных углеводородов во фракциях C_9 (% масс.)

Мономер	Фракция					
	1				2	
	техническая	перегнанная	обработанная и перегнанная	перегнанная и обработанная	техническая	перегнанная
Стирол	11,1	11,7	9,9	11,7	16,8	19,2
-Метилстирол	3,7	2,9	4,6	2,9	2,1	2,6
Аллилбензол	1,9	1,0	1,9	1,7	0,6	1,0
о-, м-, п-Винилтолуолы	4,0	3,3	5,9	3,2	4,8	5,5
Дихлорпентадиен	7,6	4,2	7,1	4,7	25,6	26,9
Инден	2,5	2,3	4,0	2,8	4,5	2,0
Всего	30,8	25,4	33,4	27,0	54,4	57,2

Фракции, имеющие узкий интервал кипения, как правило, содержат незначительное количество цветоопределяющих диеновых соединений и поэтому не требуют дополнительной обработки. Такая обработка необходима для широких фракций, содержащих относительно большое количество цветоопределяющих и несмолообразующих компонентов, и обусловливается целевым назначением синтезируемых смол.

Таким образом, в ходе работы установлено, что для синтеза светлых термостойких нефтеполимерных смол необходимо проводить предполимеризационную подготовку фракции C_9 : обработку малеиновым ангидридом и дополнительную перегонку.

1. Капуцкий Ф.Н., Мардыкин В.П., Гапоник Л.В., Зимина Т.Л. // Весті АН Беларусі. Сер. хім. навук. 1996. №2. С. 110.
2. Заявка 2716763 ФРГ.
3. Заявка 63-196610 Япония.
4. Заявка 2856335 ФРГ.
5. Заявка 2012297 Англия.
6. Заявка 2412273 Франция.
7. Думский Ю.В. Нефтеполимерные смолы. М., 1988.
8. Думский Ю.В., Чередникова Г.Ф., Беляков М.Е. и др. К вопросу улучшения цвета НПС. Всесоюз. науч.-исслед. и констр. -техн. ин-т оборуд. нефтеперераб. хим. пром-ти. Волгоград, 1989, 19 с. Деп. в ЦНИИТЭнефтехим 05.05.89, №79-нх89.
9. Лизунова Т.Ю., Кострубина Е.В. Алкилфенольные и нефтеполимерные смолы. Сб. науч. тр. М., 1990. С.24.
10. Галимов Ж.Ф., Гибадуллина Х.М., Идрисова Т.Ш. // Химия и технология топлив и масел. 1994. №11–12. С.30.
11. Пат. 2311 Беларусь.
12. Капуцкий Ф.Н., Мардыкин В.П., Гапоник Л.В., Мильчанина Т.Л. // Весті АН Беларусі. Сер. хім. навук. 1998. №2. С.91.

Поступила в редакцию 23.09.99.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА СУПЕРАДДИТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ
ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО
ПРОЯВЛЕНИЯ В РАСТВОРЕ, СОДЕРЖАЩЕМ МОДИФИЦИРУЮЩИЕ
КОМПОНЕНТЫ**

By means of electrochemical methods the influence of modifying additives, introduced into the chemical developer for X-ray films upon the superadditivity affect of phenidon, hidroquinon developing agents was investigated. It was shown, that two reactions play the decisive part in the superadditivity effect: reduction of silver by adsorbed phenidon in the presence of modifying additives and reduction of oxidized form of phenidon by hidroquinon.

Необходимым условием достижения реальной возможности значительного увеличения фотографической чувствительности галогенсеребряных рентгеновских фотоматериалов в процессе модифицированного проявления за счет вовлечения в процесс химического восстановления на экспонированных участках эмульсионного слоя дополнительного числа эмульсионных микрокристаллов галогенида серебра является наличие супераддитивного эффекта действия проявляющих веществ (ПВ) [1,2].

Цель данной работы заключалась в изучении влияния модифицирующих добавок, входящих в состав разработанных в нашей лаборатории проявляющих растворов [1], на эффект супераддитивного действия смеси проявляющих веществ: фенидона и гидрохинона. В соответствии с этим представляло интерес исследовать возможность протекания сопряженных ионных стадий окисления-восстановления проявляющих веществ (фенидона и гидрохинона) на серебряном электроде, моделирующем центры проявления реальной фотографической эмульсии.

Методика работы заключалась в следующем: массивный серебряный электрод готовили путем запрессовывания серебряного стержня с содержанием основного компонента 99,99 % в полимерный материал, инертный в условиях фотографического проявления. Для исследования использовали торцевую часть образца, площадь которой была равна 0,14 см². Поверхность торцевого электрода шлифовали на мелкодисперсном абразиве и затем полировали крокусом (Fe₃O₄, получен прокаливанием FeSO₄ при 800°C). Полированный серебряный электрод обрабатывали 2–3 с в царской водке (HNO₃ + HCl, 3:1) и затем 2–3 мин промывали в концентрированном растворе аммиака. Затем электрод помещали в электрохимическую ячейку с 0,1 н раствором KBr.

Измерение электрохимических параметров процесса проявления производили на установке СВА-1БМ. Регистрацию кривых осуществляли с помощью двухкоординатного самописца Н-307. В опытах применяли герметичную электрохимическую ячейку с разделенными электродными пространствами.

Потенциалы окисления проявляющих веществ (ПВ) измеряли по отношению к насыщенному хлорсеребряному электроду сравнения ЭВЛ-1М (х.с.э.), соединенному с электрохимической ячейкой через солевой мостик с капилляром Лuggина. В качестве вспомогательного использовали платиновый проволочный электрод. Опыты проводили при температуре рабочего раствора 20±5°C.

В работе использовались составы восстанавливающих растворов, содержащие 48 г/л Na₂CO₃, 4 г/л KBr, 60 г/л Na₂S₂O₃, а также проявляющие вещества: фенидон (с концентрацией 1 г/л) и гидрохинон (8,8 г/л), как по отдельности, так и вместе. Добавки с различным функциональным действием вводили в следующих количествах (г/л): полиэтиленгидроксид (ПЭГ) – 1, 2, 4, 8, NaOH – 1, 2, 4, 10, (NH₂)₂CO – 25, 50, 100, бензотриазол (БТА) – 1.

Полагая, что в процессе проявления потеря электронов проявляющим веществом и перестройка его молекулярной структуры происходит на поверхности серебряных зародышей, акцептирующих эти электроны, пред-

стояло выяснить, на какую именно стадию оказывают наибольшее влияние вводимые добавки (БТА, NaOH, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, ПЭГ) – на стадию окисления фенидона или гидрохинона.

В процессе работы снимались поляризационные потенциодинамические кривые анодного окисления проявляющих веществ: фенидона, гидрохинона и смеси фенидона-гидрохинона при различных концентрациях вводимых добавок. Приведенные значения коэффициента (K), характеризующего отношение значений токов окисления проявляющих веществ в восстанавливающем растворе с добавками различной концентрации к значениям токов окисления проявляющих веществ в восстанавливающем растворе без добавок при определенных значениях потенциала окисления (табл.1), свидетельствуют о том, что вводимые добавки приводят к увеличению токов окисления фенидона. С увеличением концентрации ПЭГ в составе восстанавливающего раствора наблюдается уменьшение токов окисления фенидона.

Таблица 1

Отношение токов окисления проявляющих веществ в восстанавливающих растворах с добавками к токам окисления проявляющих веществ в растворах без добавок при определенном значении потенциала

Модифицирующая добавка, г/л	Потенциал окисления, мВ								
	-200			-150			-100		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ПЭГ									
1	1,05	0,99	0,98	2,16	0,98	0,93	4,50	0,96	0,89
2	1,02	0,99	0,94	2,12	0,98	0,93	4,21	0,96	0,88
4	0,91	0,75	0,90	2,02	0,70	0,88	3,92	0,68	0,86
8	0,83	0,27	0,85	1,70	0,31	0,80	3,27	0,29	0,80
NaOH									
1	1,15	0,69	1,19	2,46	0,76	1,20	4,67	0,83	1,23
2	1,25	0,69	1,19	2,62	0,76	1,22	5,07	0,82	1,25
4	1,35	0,69	1,30	2,78	0,73	1,28	5,43	0,81	1,27
Мочевина									
25	1,35	0,37	1,10	2,29	0,48	1,20	4,48	0,58	1,21
50	1,38	1,10	1,17	2,32	1,13	1,20	4,60	1,40	1,21
100	1,31	0,63	1,17	2,25	0,75	1,20	4,65	0,81	1,21
БТА									
1	1,56	0,91	0,14	1,41	0,89	0,45	1,19	0,93	0,70
Все добавки	1,42	0,15	1,20	2,08	0,17	1,50	3,52	0,29	1,60

Примечание: 1 – фенидон, 2 – гидрохинон, 3 – фенидон и гидрохинон

В случае введения щелочи в состав восстанавливающего раствора концентрационная зависимость носит обратный характер – с увеличением в растворе концентрации щелочи токи окисления растут.

Зависимость токов окисления ПВ от концентрации в проявляющем растворе с мочевиной проходит через максимум. Это связано с наличием диффузионных затруднений.

Увеличение потенциала окисления ПВ сопровождается увеличением токов окисления вследствие уменьшения отрицательного заряда поверхности электрода, что способствует адсорбции ПВ на поверхности.

В случае применения гидрохинона в составе восстанавливающего раствора раздельное введение всех функциональных добавок приводит к падению токов окисления ПВ, т.е. функциональные добавки существенно снижают каталитическую активность серебра при окислении гидрохинона. Исключение составляет мочевина, введение которой приводит к увеличению токов окисления гидрохинона. Наличие максимума на кривой зависимости тока окисления от концентрации мочевины свидетельствует о том, что, начиная с некоторой концентрации, значительное возрастание скорости окисления ПВ вызывает существенное уменьшение его количества в приповерхностном слое электрода, тогда как количество вещества, диффундирующего к поверхности электрода, недостаточно для обеспечения таких скоростей его окисления, в результате чего ток уменьшается.

Установлено, что в случае совместного использования супераддитивной смеси фенион-гидрохинон в составе восстанавливающего раствора рост токов окисления ПВ наблюдается в присутствии щелочи, мочевины, а также совместном присутствии добавок. Этот рост значений токов окисления увеличивается по мере повышения потенциала окисления.

Указанные зависимости токов окисления ПВ от концентрации вводимых добавок и потенциала окисления коррелируют с величинами коэффициентов супераддитивности (K_{ca}), оцениваемых

$$K_{ca} = 100 \cdot i(\phi-r)/(i(r) + i(\phi)),$$

где $i(\phi)$, $i(r)$, $i(\phi-r)$ – токи окисления фенидонового, гидрохинонового и фенидон-гидрохинонового проявляющих растворов соответственно. Очевидно, эффект супераддитивного действия (САД) имеет место при $K_{ca} > 100$, аддитивное действие проявляющих веществ – при $K_{ca} \approx 100$ и субаддитивное действие – при $K_{ca} < 100$.

Вводимые добавки, за исключением БТА, приводят в значительной степени к увеличению эффекта САД (табл.2). С увеличением концентрации добавок наблюдается рост K_{ca} , достигающий наибольших значений в случае использования ПЭГ в составе проявляющего раствора.

Таблица 2

Величины коэффициентов супераддитивности проявляющих веществ (фенидон, гидрохинон) при различных потенциалах окисления

Модифицирующая добавка, г/л	Потенциал окисления, мВ		
	-200	-150	-100
Раствор без добавок	110	120	140
ПЭГ			
1	415	419	316
2	426	430	326
4	440	544	417
8	1636	1600	1024
NaOH			
1	128	140	153
2	130	145	160
4	141	153	170
Мочевина			
25	160	185	200
50	120	135	150
100	105	120	135
БТА			
1	11	50	96
Все добавки	382	512	600

Характерно, что действие добавок в любом случае не сопровождается эффектом супераддитивности, что обусловлено, по-видимому, особенностями адсорбции этих веществ и механизмом их влияния на состояние поверхности серебра.

Рост чувствительности фотоматериала при использовании процесса модифицированного проявления можно связать с эффективностью протекающих электродных реакций. Скорость процесса в этом случае определяется скоростью переноса электронов к центрам скрытого изображения (ЦСИ) и восстанавливаемым ионам Ag^+ , в свою очередь зависящей от эффективности образования активной структуры Ag^+Ag/PB . Образованию активной структуры препятствует отрицательный заряд поверхности $AgNaI$ и ионов проявляющих веществ.

Вводимые добавки могут уменьшить эффективные отрицательные заряды $AgNaI$ и проявляющих веществ, что будет влиять на эффективность процесса восстановления галоидного серебра.

Указанное действие функциональных добавок может быть обусловлено следующим. Проявляющая активность гидрохинона зависит от симметрии молекулы его активной формы [3]. Характер молекулярной симметрии указанной молекулы способствует переносу электронов на ЦСИ (благодаря особенностям структуры образующегося при этом радикала), но не способствует ее адсорбции [3]. Это согласуется со структурой поверхностно-активного вещества (ПАВ), определяющей сильную адсорбцию ПАВ за счет нуклеофильных групп в его молекуле. Гидрохинон, входящий в состав стандартного и модифицированного восстанавливающих растворов, имеет величину окислительно-восстановительного потенциала, достаточную для восстановления ЦП, однако перенос электронов к зародышу проявления из радикала – промежуточного продукта реакции – кинетически заторможен [4]. Торможение указанного переноса электронов в случае аниона гидрохи-

нона определяется электростатическим зарядным барьером на зародыше проявления [5]. В отличие от гидрохинона [6] фенидон, входящий в состав модифицированного восстанавливающего раствора, может отдавать электроны на зерно серебра без затруднений, но его окислительно-восстановительный потенциал не настолько отрицателен, чтобы обеспечить высокую скорость восстановления. В присутствии гидрохинона и фенидона продукт окисления последнего, по данным [7], может акцептировать электроны от гидрохинона. Таким образом, фенидон в составе супераддитивной смеси, функционируя как обратимый переносчик электронов, облегчает их перенос от гидрохинона к зерну AgHal и ускоряет процесс восстановления галогенида серебра [8].

Можно предположить, что функциональные добавки, адсорбируясь на микрокристаллах галогенида серебра, снижают потенциальный барьер, созданный избытком ионов Br^- , способствуя тем самым контакту фенидона, ответственного за непосредственное восстановление МК AgHal, с поверхностью МК. Согласно изложенным результатам, для эффекта САД решающее значение имеют две реакции: восстановление серебра адсорбированным фенидоном в присутствии добавок и восстановление окисленной формы фенидона гидрохиноном в присутствии добавок.

Таким образом, для процесса фотографического проявления, протекающего на поверхности ЦП, большое значение имеет эффективность адсорбции фенидона в присутствии добавок на поверхности серебра. Причем этот параметр зависит от характера и величины адсорбции вводимых функциональных добавок, так как адсорбируемые вещества могут экранировать поверхность электрода и изменять потенциал приэлектродного пространства, что приводит к существенному изменению скорости указанной реакции.

1. Коктыш Д.С., Беленков В.В., Рахманов С.К., Мамедов А.А. Модифицированное химическое проявление рентгеновских медицинских пленок. // Весті АН РБ. Сер. хім. навук. 1995. № 2. С.94.
2. Коктыш Д.С., Рогач А.Л., Руткевич Д.Л. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1994. № 2. С.11.
3. Umberger J. Q. // Phot. Sci. Eng. 1970. Vol. 14. N 2. P. 131.
4. Фаерман Г.П. // Усп. научн. фотограф. 1955. Т. 4. С. 127.
5. Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л., 1980.
6. Поддымов В.П. // Журн. науч. и прикл. фото- и кинематографии. 1979. Т. 25. N 4. С.251.
7. Fumio Karasawa, Akira Fujishima, Kenichi Honda // Phot. Sci. Eng. 1983. Vol. 27. N 3. P. 109.
8. Кобаяси Х., Оно Т., Мидзусава С. // Нихон сясин гаккайси. 1983. Т. 46. № 6. С. 491.

Поступила в редакцию 16.06.99

УДК 621.357.7

Л.С. ЦЫБУЛЬСКАЯ, Т.В. ГАЕВСКАЯ

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ БЛЕСТЯЩЕГО ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО КОБАЛЬТОМ

The weak-acid electrolyte has been developed for the electrodeposition of bright functionally Zn-Co coating. The character of solution composition and electrodeposition conditions effect upon the cobalt content was revealed. It was shown that in dependence on cobalt quantity, coprecipitated with zinc, the crystalline zinc (< 1 wt.% Co) as well as solid solution of cobalt in zinc ($\geq 2,5$ wt.% Co) can be obtained. Alloying of zinc with cobalt was shown to increase the coating's microhardness, wear and corrosion resistance.

Электроосаждение цинковых покрытий, легированных другими металлами, является одним из способов улучшения их эксплуатационных характеристик. В качестве легирующих добавок наиболее широко используются металлы подгруппы железа-никель [1–6], кобальт [6–9], железо [6, 10, 11], а также другие металлы – марганец [12], молибден [13], свинец [14], олово [14]. В результате

такого легирования модификация свойств цинковых покрытий достигается как за счет формирования более тонкой совершенной структуры осадка при совместном осаждении цинка с малым количеством легирующего металла, так и в результате осаждения более коррозионно-стойких фазовых структур–сплавов Zn-Ni, Zn-Fe, Zn-Co, Zn-Mn, Zn-Sn и др. Покрытия цинк-кобальт обычно получают в слабокислых электролитах цинкования с различными органическими композициями, позволяющими даже без осветления (хроматирования) получать качественные блестящие покрытия, обладающие улучшенной коррозионной и защитной способностями к среде соляного и морского тумана. Однако вопрос о составах растворов и условиях осаждения гальваноосадков Zn-Co, обладающих необходимым набором функциональных свойств, в основном решается эмпирически. В литературе отсутствуют данные о влиянии количества легируемого металла на структуру покрытий цинк-кобальт и проявляемые ими свойства.

Цель настоящего исследования состояла в разработке состава слабокислого электролита и условий получения блестящего функционального покрытия цинк-кобальт с красивым декоративным внешним видом, изучении влияния различных факторов на химический и фазовый составы покрытий, а также на проявляемые ими физико-механические, электрические и коррозионные свойства.

Материал и методика

Электроосаждение покрытия цинк-кобальт проводили из разработанного нами слабокислого хлоридно-аммонийного раствора на поверхности меди или стали с использованием источника постоянного тока Б5–49. В качестве анода использовали цинк марки ЦО. Количество кобальта и цинка в покрытии определяли после его растворения с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «ААС–4М». Погрешность анализа не превышала 1%. В качестве блескообразующих добавок использовали композиции торговых марок «Дипо–цинк» и «АВС». Фазовый состав и структуру покрытий цинк-кобальт изучали рентгенодифракционным методом. Съемку рентгенограмм проводили на дифрактометре ДРОН–3 на CoK -излучении (скорость записи составила 1 град/мин в интервале углов $2\theta = 16\text{--}110$ град). Размер параметров кристаллической решетки и размеров ОКР определялся по методу аппроксимирующей функции Коши. Запись Оже-спектров осуществляли с поверхности покрытия цинк-кобальт, а также на разных этапах ионного травления для исследования распределения элементов по всей глубине гальваноосадков. Коррозионные испытания изучаемых покрытий (толщина $8,5 \pm 0,5$ мкм) проводили в условиях повышенной относительной влажности и температуры (ГОСТ 9.308-85), а также при полном погружении образцов в 3%-ный раствор NaCl и последующем гравиметрическом определении убыли их массы. Микротвердость покрытия при его толщине ~30 мкм измеряли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке на индентор 20 г. Переходное электрическое сопротивление покрытий измеряли при постоянном токе в цепи 50 мА и нагрузке 40 г. Износостойкость оценивали методом возвратно-поступательного движения сферы (сталь ШХ-15 R=3 мм) по поверхности исследуемого образца со скоростью 25 мм/с, при нагрузке 50Н, без смазки, при количестве циклов 1000 и длине трассы 22 мм с последующим измерением ширины и глубины дорожки трения и определением объемного износа за один цикл.

Результаты и их обсуждение

Изучено влияние различных факторов – катодной плотности тока, температуры, pH, концентрации соли основного металла (хлорида цинка) и соли легирующего металла (хлорида кобальта) – на скорость осаждения покрытия, выход металла по току, химический состав гальваноосадков цинк-кобальт. Установлено, что скорость осаждения и выход по току практически не зависят от температуры, pH, концентрации соли легирующего металла в электролите цинкования и при $i_k = 2 \text{ А/дм}^2$ составляют 30 ± 2 мкм/ч и $95 \pm 3\%$ соответственно. Что

касается химического состава покрытия цинк-кобальт, то с ростом температуры от 8 до 50°C, pH от 3,3 до 6,5, концентрации Co(II) в электролите от 0,02 до 0,22 моль/л (при постоянной концентрации Zn(II)=0,45 моль/л) количество соосажденного с цинком кобальта возрастает в среднем от 0,1±0,05 до 0,27±0,02 вес.% (рис.1). Наиболее существенно на скорость осаждения, выход металла по току и химический состав покрытия влияет катодная плотность тока. При увеличении последней от 1 до 5 А/дм² скорость осаждения покрытия линейно возрастает от 18 до 70 мкм/ч, выход по току уменьшается от 98 до 70–75% из-за протекания параллельной реакции восстановления водорода, увеличивается также и количество соосажденного с цинком кобальта. Следует отметить, что в области малых плотностей тока (от 0,5 до 2,0 А/дм²) массовая доля кобальта возрастает с гораздо меньшей скоростью – от 0,12 до 0,18 вес.%, чем в области больших плотностей тока – от 0,18 до 0,6 вес.% с ростом i_k от 2 до 5 А/дм² (см. рис.1). Определяющее влияние на химический состав покрытия Zn-Co при фиксированном i_k и концентрации Co(II)=0,15 моль/л оказывает соотношение концентрации солей металлов в растворе. Наибольшее количество кобальта в покрытии (до 28 вес.%) соосаждается при соотношении Zn(II):Co(II)=0,3:1 (концентрация Zn(II)=0,05 моль/л), при этом мала скорость осаждения сплава (~9 мкм/ч), а также выход по току (~30%). Обусловлено это, по-видимому, наличием концентрационной поляризации: при небольшой концентрации соли цинка в электролите и преимущественном разряде на катоде ионов цинка приэлектродный слой быстро обедняется Zn(II), поэтому достаточно велика доля кобальта в покрытии. С ростом концентрации Zn(II) и изменением соотношения Zn(II):Co(II) от 0,3:1 до 1:1 наблюдается резкое уменьшение количества соосажденного с цинком кобальта от 28 до 1,2 вес.%, увеличение скорости осаждения покрытия от 9 до 25 мкм/ч и выхода по току от 30 до 85% (рис.2). Наиболее красивые по внешнему виду покрытия Zn-Co – однородные, плотные, блестящие – получены при соотношении Zn(II):Co(II) в электролите 2:1 и выше. Содержание кобальта в них составляет 0,18–0,25 вес.%, скорость осаждения и выход по току достигают предельных значений и составляют 30 – 32 мкм/ч и 98% соответственно.

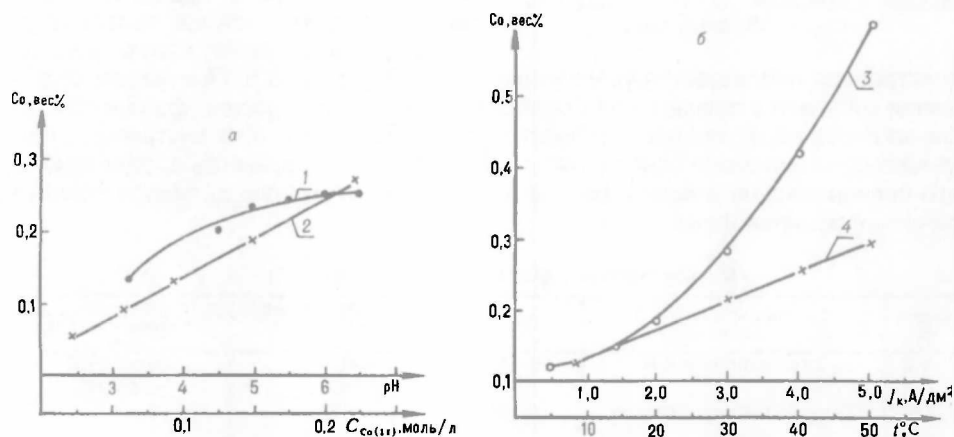


Рис.1 Зависимость количества соосажденного с цинком кобальта от а – pH (1), концентрации Co (II) (2), б – катодной плотности тока (3), температуры (4). При изменении одного параметра другие оставались постоянными: $T = 20^\circ\text{C}$, $i_k = 2 \text{ А/дм}^2$, $C_{\text{Co(II)}} = 0,15 \text{ моль/л}$, pH=5

Таким образом, изменением соотношения концентрации ионов Zn(II) и Co(II) в электролите можно в достаточно широком диапазоне регулировать содержание кобальта в покрытии (от 0,05 до 28 вес.%) и в гораздо меньшем диапазоне (от 0,12 до 0,6 вес.%) путем изменения условий электроосаждения: катодной плотности тока, pH, температуры.

Рентгенографическое исследование гальваноосадков Zn-Co с разным содержанием кобальта в покрытии показало, что при малом содержании леги-

рующего металла (<1,2 вес.%) зафиксирована только фаза кристаллического цинка с полным набором дифракционных отражений 002, 100, 101, 102, 110, 112, 201 и параметрами решетки $a=b=0,2665$ нм, $c=0,4947$ нм, которые, согласно данным литературы, соответствуют гранецентрированной плотнейшей упаковке цинка. Область когерентного рассеяния (ОКР) образовавшихся зерен составляет 25–30 нм (таблица). С увеличением содержания кобальта в покрытии до 2,5 вес.% наблюдается изменение интенсивности отдельных рефлексов, а также изменение параметров кристаллической решетки: увеличение a и b до 0,2682 нм и уменьшение c до 0,4920 нм (см. таблицу), что свидетельствует об образовании твердого раствора кобальта в цинке. Увеличение концентрации кобальта в покрытии до 28 вес.% не приводит к дальнейшему изменению параметров кристаллической решетки, а только к уменьшению интенсивности одних рефлексов – 002, 101, 102, 112 и увеличению других – 100, 110 (рис.3), а также к уменьшению ОКР до 15–17 нм (см. таблицу).

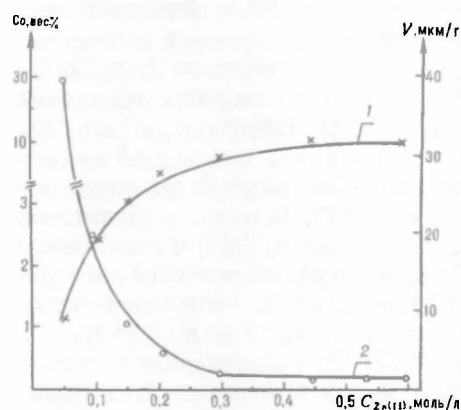


Рис.2 Зависимость скорости осаждения покрытия Zn-Co (1) и количества соосажденного с цинком кобальта (2) от концентрации Zn(II) в электролите. Условия осаждения: $T=20^{\circ}\text{C}$, $i_k=2$ А/дм², $C_{\text{Co(II)}}=0,15$ моль/л, pH=5

Таким образом, в зависимости от химического состава покрытия Zn-Co можно получить либо твердый раствор кобальта в цинке, если концентрация легирующего металла более 2,5 вес.%, либо цинк кристаллический, если содержание легирующего металла < 1,2 вес.%.

Оже-спектры покрытий Zn-Co с содержанием кобальта 0,18 вес.% свидетельствуют о включении очень малых количеств кислорода в покрытие (менее 1%) и равномерном его распределении по всей глубине гальваноосадков (рис.4). Это значит, что труднорастворимых гидроксосоединений, разряжающихся на катоде ионов Zn(II) и Co(II) в результате подщелачивания приэлектродного слоя, как полагают авторы [1], не образуется, хотя в процессе

электролиза наблюдается увеличение pH от 4,5 до 5,0–5,5. При малом содержании кобальта в покрытии на Оже-спектрах не зафиксирована фаза кобальта, как на внешней поверхности гальваноосадков Zn-Co, так и на внутренней, прилегающей к железной основе (см. рис.4). Это дает возможность предположить, что первоначально атомы кобальта внедряются по местам дефектов кристаллической решетки цинка.

Микроструктура и фазовый состав покрытия Zn-Co

Co, вес. %	Фазовый состав покрытия	ОКР, нм	Параметры кристаллической решетки, нм	
			Экспериментальные данные	По сведениям литературы, нм
1,2	Zn-кристаллический	25 – 30	$a=b=0,2665$, $c=0,4947$	$a=b=0,2665$ $c=0,4947$
2,5	Твердый раствор кобальта в цинке	25 – 30	$a=b=0,2682$, $c=0,4920$	—
28	Твердый раствор кобальта в цинке	15 – 17	$a=b=0,2682$, $c=0,4920$	—

Испытания коррозионной стойкости цинковых покрытий и Zn-Co толщиной $8,5\pm0,5$ мкм в камере тепла и влаги ($T=40\pm2^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $93\pm3\%$, 30 сут) показали, что в условиях жестких климатических воздействий в течение 720 ч у цинкового покрытия зафиксированы очаги точечной коррозии до основы металла (красная ржавчина) на фоне белого налета продуктов коррозии, которые, согласно [7], представляют собой смесь ZnO , $6\text{Zn(OH)}_2\cdot\text{ZnCl}_2$, $4\text{Zn(OH)}_2\cdot\text{ZnCl}_2$ (белая ржавчина). У покрытий Zn-Co, содержащих менее 1 вес.% легирующего металла, за это время появился лишь легкий налет прочно

сцепляемых и трудноудаляемых продуктов коррозии (покрытие потускнело), у покрытий с 2,5 вес.% кобальта – наиболее четко выражен налет трудноудаляемых продуктов коррозии (белая ржавчина) при отсутствии очагов коррозии основного металла (красная ржавчина).

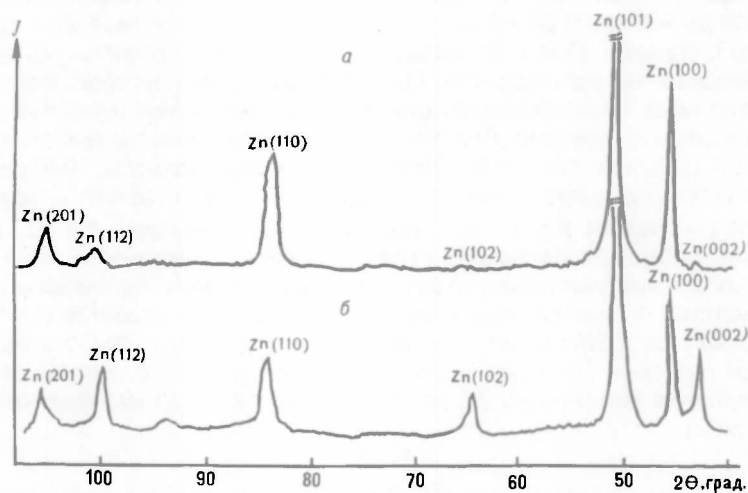


Рис.3 Фрагменты рентгенограмм в области углов $2\theta = 40-110$ град. гальваноосадков цинк-кобальт с разным содержанием легирующего металла:
а – 1,2 вес.%, б – 2,5 вес.%

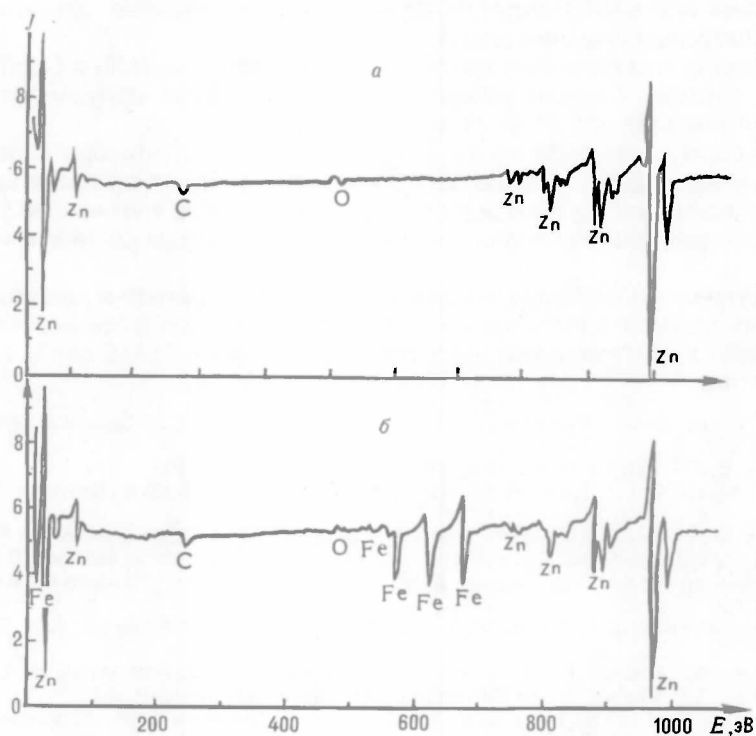


Рис. 4 Оже-спектры покрытия Zn-Co, включающего 0,18 вес.% кобальта:
1 – поверхностных слоев, 2 – слоев, прилегающих к основе (сталь)

Испытания образцов в условиях полного погружения в 3%-й раствор NaCl и последующего гравиметрического определения массы покрытия также продемонстрировали более высокие защитные свойства цинковых покрытий, легированных кобальтом, по сравнению с чисто цинковым покрытием. Средняя убыль массы за 30 сут Zn-покрытия составила 5–10%, Zn-Co с 2,5 вес.% кобальта – 2–3%, Zn-Co с 0,18 вес.% кобальта – 1–2%.

Изучены некоторые физико-механические (микротвердость, износостойкость) и электрические (переходное электрическое сопротивление) свойства цинковых и Zn-Co покрытий. Микротвердость покрытий Zn-Co незначительно превосходит микротвердость цинковых покрытий ($H_{20} = 850 \text{ Н/мм}^2$); с ростом концентрации кобальта в покрытии от 0,05 до 0,27 вес.% микротвердость увеличивается от 900 до 1050 Н/мм^2 . Покрытия Zn-Co имеют высокую прочность сцепления с основой. При многократном изгибе стальной ленты, покрытой Zn-Co, отслаивания не наблюдается. Цинковое покрытие, легированное кобальтом, при толщине 1 мкм беспористо и имеет красивый декоративный внешний вид – равномерное, светлое, блестящее. По износостойкости оно значительно превосходит цинковое покрытие. Удельный объемный износ за 1000 циклов истирания в условиях сухого трения для покрытия Zn-Co с 0,18 вес.% легирующего металла составляет $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ мм}^3$, для цинкового покрытия – $6,5 \cdot 10^{-7} \text{ мм}^3$. Легированные кобальтом покрытия в отличие от чисто цинковых не надо обрабатывать в хроматных растворах, что снижает трудоемкость процесса и избавляет производство от очистки стоков от ионов Cr (VI). Что касается переходного электрического сопротивления, то у цинкового покрытия и Zn-Co с малым содержанием кобальта (<1,2 вес.%) оно составляет 4 мОм, с ростом концентрации легирующего металла до 2,5 вес.% переходное сопротивление увеличивается до 7 мОм.

* * *

1. Разработан слабокислый ($\text{pH}=5,0 \pm 0,5$) хлоридно-аммонийный раствор электрохимического осаждения покрытия Zn-Co на стальную или медную основу, позволяющий в присутствии блескообразующей композиции торговой марки «Дипо-цинк» или «ABC» получать функциональное покрытие Zn-Co с красивым декоративным внешним видом.

2. Показано, что регулируя соотношение концентрации Zn(II) и Co(II) в электролите, а также изменяя условия электролиза можно получать покрытия Zn-Co, включающие от 0,05 до 28 вес.% кобальта.

3. Методом рентгенофазового анализа установлено, что при содержании кобальта менее 1,2 вес.%, покрытие представляет собой кристаллический цинк, а кобальт, по-видимому, распределен в местах дефектов плотнейшей упаковки цинка; при содержании кобальта более 2,5 вес.% – твердый раствор кобальта в цинке.

4. Показано, что наиболее высокой коррозионной стойкостью, защитной способностью, микротвердостью и износостойкостью из исследованных образцов цинк-кобальт характеризуются покрытия, включающие $0,2 \pm 0,05$ вес.% легирующего металла.

1. Григорян Н.С., Кудрявцев В. Н., Ждан П.А. и др. // Защита металлов. 1989. Т. 25. №2. С. 288.
2. Роев В.Г., Гудин Н.В. // Электрохимия. 1995. Т. 31. №5. С. 532.
3. Скрибная О.Г., Донченко М.И., Редько Р.М. // Защита металлов. 1997. Т. 33. №1. С. 70.
4. Shen Muzhao, Hu Zhibin // Diandu yu jingshi (Plat. and Finish). 1994. Vol.16. №3. P. 4.
5. Fabri Miranda F.J., Barcia O.E. // J. Electrochem. Soc. 1997. Vol.144. №10. P. 3441.
6. Ваграмян Т.А., Харламов В.И., Кудрявцев В.Н. // Защита металлов. 1996. Т.32. №4. С.389.
7. Панасенко С.А., Грищук В.И., Олещенко Н.Н. // Там же. 1990. Т. 26. №2. С. 327.
8. Gomez E., Valles E., Gorostiza P. // J. Electrochem. Soc. 1995. Vol. 142. № 12. P. 4091.
9. Gomez E., Valles E. // J. Electroanal. Chem. 1997. Vol. 421. №1–2. P. 157.
10. Титова В.Н., Казаков В.А., Явич А.А., Петрова Н.В. // Гальванотехника и обработка поверхности. 1998. Т.6. №1. С. 37.
11. Харламов В.И., Кудрявцев В.Н., Ваграмян Т.А. // 2-ой Международный конгресс. "Защита-95", Москва, 20–24 нояб. 1995: Тез. докл. М., 1995. С. 86.
12. Данилов Ф.И., Сухомлин Д.А., Герасимов В.В., Попович В.А. // Электрохимия. 1992. Т. 28. №2. С. 217.
13. Коробов В.И., Трофименко В.В., Лошкарев Ю.В. // Гальванотехника и обработка поверхности 1992. Т.1. №3. С. 32.
14. Харламов В.И., Горкуненко Г.А., Темкин С.М., Ваграмян Т.А. // Электроосаждение металлов и сплавов: Сб. науч. тр. МХТИ. М., 1991. С. 52.

Поступила в редакцию 15.10.99.

ОСАЖДЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ ИЗ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

In this paper possibilities and optimal conditions of effective isolation of magnesium and calcium from natural brines in the form of their complex salts have been studied. Perspectives of practical utilization of obtained complex compounds have been discussed.

В связи с острым дефицитом в республике природных ресурсов актуальна проблема поиска новых нетрадиционных видов минерального сырья, одним из которых могут быть природные рассолы. Рассолы Припятской впадины характеризуются высоким содержанием хлоридов магния, кальция, брома, йода, аммония, множества ценных редких и рассеянных элементов. Уникальный поликомпонентный состав белорусских рассолов позволяет рассматривать их в качестве ценного перспективного промышленного сырья для получения карбонатов магния, кальция, стронция, хлорида натрия, борной кислоты, бромистого натрия, кристаллического йода, лития, рубидия, цезия и др.

Перспективным направлением использования рассолов в химпроизводстве является изучение возможностей выделения магния и кальция, содержание которых в рассолах колеблется в пределах 1020 – 21 745 и 7330 – 116 900 мг/л соответственно [1]. Для выделения указанных щелочноземельных металлов представляет практический интерес метод частичной или полной разгрузки высокоминерализованных природных вод от кальция и магния [2,3]. Установлено, что магний и кальций в растворах можно количественно разделить в форме гидроксидов путем варьирования значения pH среды в узких, неперекрывающихся пределах. Выделяемые гидроксиды после очистки могут быть использованы для получения дефицитных соединений магния и кальция высокой чистоты.

Цель данной работы – изучение возможностей эффективного выделения магния и кальция из высокоминерализованных рассолов в форме комплексных солей и перспектив их практического использования.

Полученные комплексные соли магния и кальция могут быть использованы в качестве модифицированных сорбентов для анализа природных вод [4], очистки почв, донных отложений, растительных объектов от тяжелых металлов, радионуклидов цезия и стронция. Двойной фосфат магния-аммония является ценным минеральным удобрением и может быть рекомендован для химического известкования кислых почв. Как полупродукт рассолы с повышенным содержанием кальция и магния используются в качестве минеральной подкормки для сельскохозяйственных животных и средства защиты от радионуклидов. Актуальность данной работы состоит в том, что в масштабах Республики Беларусь вопросы использования природных рассолов как химического сырья мало изучены и практически не решены.

Материал и методика

Одной из достаточно сложных задач в этом плане является количественное определение смеси магния и кальция при их совместном присутствии в природных объектах сложного химического состава. Она может быть успешно решена фотометрическими методами. Одним из удобных и достаточно точных считается метод определения кальция и магния в природных водах, разработанный Анисимовой и Умаровой [5]. Недостатками данной методики является то, что определение кальция и магния проводилось на ФЭК-56М при грубом учете длин волн, соответствующих максимумам светопоглощения комплексов. Нами была модернизирована и усовершенствована методика количественного определения магния и кальция с использованием спектрофотометра Specord (Германия); рассчитаны молярные коэффициенты поглощения комплексов кальция и магния с индикатором эриохромом черным-Т (ЭХЧ-Т) при длинах волн 490 и 540 нм: уточнены

расчетные формулы для определения концентраций кальция и магния и проведено определение этих катионов в природных водах различного типа.

Для определения концентрации кальция и магния в природных водах взятую пробу разбавляют и переносят в мерную колбу объемом 50 мл, доводят pH до ~ 11 - децинормальным раствором гидроксида натрия и прибавляют три капли 2%-го раствора ЭХЧ-Т. Измеряют оптическую плотность растворов при длинах волн 490 и 540 нм и определяют концентрацию кальция и магния по расчетным формулам:

$$C_1 = \frac{\epsilon_{1(\lambda_2)} \frac{D_{(\lambda_1)}}{l} - \epsilon_{1(\lambda_1)} \frac{D_{(\lambda_2)}}{l}}{\epsilon_{2(\lambda_1)} \cdot \epsilon_{1(\lambda_2)} - \epsilon_{2(\lambda_2)} \cdot \epsilon_{1(\lambda_1)}},$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_{2(\lambda_2)} \frac{D_{(\lambda_1)}}{l} - \epsilon_{2(\lambda_1)} \frac{D_{(\lambda_2)}}{l}}{\epsilon_{1(\lambda_1)} \cdot \epsilon_{2(\lambda_2)} - \epsilon_{1(\lambda_2)} \cdot \epsilon_{2(\lambda_1)}},$$

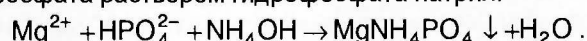
где C_1 и C_2 – концентрации кальция и магния (в моль/л) соответственно; $\epsilon_{(\lambda_1)}$ и $\epsilon_{(\lambda_2)}$ – молярные коэффициенты поглощения комплексов; D – оптическая плотность растворов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оптическая плотность исследуемых растворов находилась в пределах 0,70 – 1,31, а концентрация кальция и магния соответственно – 1,49 – 5440 мг/л и 0,21 – 2569 мг/л. Ошибка спектрофотометрического определения колебалась от 3,20 до 4,84%. Результаты спектрофотометрического определения состава рассолов удовлетворительно согласуются с данными методов пламенной фотометрии и титриметрического анализа [6].

Предложенную методику можно использовать для определения кальция и магния при их совместном присутствии в пресных, маломинерализованных водах и концентрированных природных рассолах (с учетом разведения в зависимости от общей минерализации рассола).

Результаты и их обсуждение

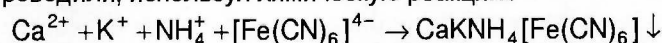
Как показали исследования, метод дробного осаждения не дает полного количественного разделения магния и кальция. Поэтому для решения поставленной задачи было проведено осаждение магния в виде двойной соли магний-аммонийного фосфата раствором гидрофосфата натрия:



С целью получения качественного крупнокристаллического осадка магний-аммонийного фосфата изучены оптимальные условия проведения реакций осаждения. Установлено, что при оптимальных условиях (pH=9, температура 20°C, время перемешивания 3 мин., время отстаивания осадка 60 мин.) магний может быть эффективно осажден из рассолов с практическим выходом от 90 до 99% в виде двойной соли магний-аммонийного фосфата.

Для очистки осадка двойной соли его растворяли в соляной кислоте, медленно переосаждали, прибавляя аммиак до щелочной реакции и оставляли на 12 ч. Кристаллы промывали дистиллированной водой и высушивали 6 ч при температуре 40°C. При указанной температуре двойная соль магний-аммонийного фосфата имеет постоянный состав, отвечающий формуле $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Осаждение кальция и выделение его в виде осадка из минерализованных растворов проводили, используя химическую реакцию:



Удовлетворительные результаты получения кальций-аммонийного гексацианоферрата (II) указывают на необходимость соблюдения последователь-

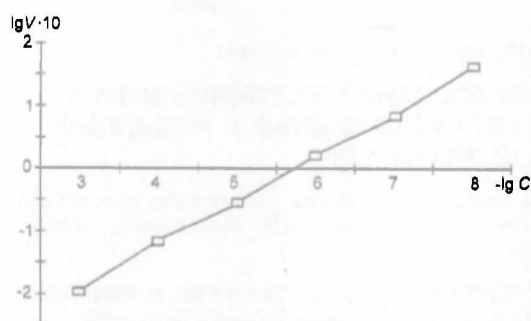
ных операций: буферным аммонийно-аммиачным раствором создают в исследуемом образце pH 9, смесь нагревают до 60°C и осаждают равным объемом насыщенного раствора гексацианоферрата калия, созревание осадка происходит за 6 ч на водяной бане. Процесс созревания ускоряется при добавлении к полученной гетерогенной системе нескольких капель этилового спирта или ацетона. Для получения белого кристаллического осадка комплексной соли кальция органические вещества предварительно удаляют.

Использование данной химической реакции позволяет отделить кальций от некоторых сопутствующих катионов. Магний и стронций с гексацианоферратом (II) калия не образуют осадков. Целый ряд элементов (Ba^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} и др.) также могут осаждаться гексацианоферратом, однако в природных рассолах концентрации этих элементов недостаточны для достижения произведения растворимости образующихся комплексных солей.

В качестве примера аналитического использования синтезированных комплексных солей как модифицированных поверхностных сорбентов на оксиде алюминия приведены результаты сорбционно-колористического определения серебра в концентрированных природных рассолах Припятской впадины. Предварительные исследования проводились на модельных растворах с концентрациями нитрата серебра в пределах 10^{-4} – 10^{-6} моль/л. Обнаружена определенная количественная связь между объемом раствора, пропущенным через хроматографическую колонку, и концентрацией сорбируемого элемента. На основе экспериментальных данных построен график для сорбционно-колористического определения серебра (рисунок). Градуировочные графики в логарифмической форме обычно прямолинейны и отвечают уравнению:

$$\lg V = \lg V_0 - n \lg C_m,$$

где C_m – концентрация определяемого металла; V – объем прошедшего через датчик раствора до появления окрашенной зоны; V_0 и n – константы.



Зависимость логарифма объема фильтруемого раствора от обратного логарифма концентраций сорбируемого элемента

Результаты сорбционно-колористического, фотометрического и титриметрического определения серебра в природных рассолах (активный компонент магний-аммонийный фосфат, $n=3$, $r=0,95$)

Наименование и номер скважины	pH	Содержание серебра, мг/л					
		1		2		3	
Вишанская, БКНС	7,06	76,4	2,3	75,0	4,5	74,4	5,5
Боровская, 1	5,80	55,2	3,1	58,4	3,6	59,4	2,6
Чкаловская, 9	4,57	47,0	2,6	49,3	3,1	56,0	2,7
Ю-Оземлинская, 5	4,44	25,4	1,4	23,8	1,5	28,7	1,3

Примечание: 1 – сорбционно-колористический метод; 2 – фотометрический метод; 3 – титриметрический метод с роданидом калия

Как показали исследования [9], важнейшими факторами, влияющими на градуировочные функции, являются pH среды и присутствие комплексообразующих веществ, а также ионная сила раствора при высоких ее значениях (>2). Авторами цитируемой работы установлено, что датчики на основе изученных сорбентов дают практически постоянные показания в интервале pH 4 – 10. При более низких и более высоких значениях pH наблюдаются отклонения в сторону более низких значений V .

Значения pH изучаемых нами природных рассолов колебались от 4,44 до 7,06, что не выходит за рамки указанного интервала. При анализе концентрированных рассолов, отличающихся сложным химическим составом, также необходимо учитывать и контролировать ионную силу раствора.

Результаты сорбционно-колористического определения серебра приведены в таблице. Для сравнительной оценки представлены также результа-

ты фотометрического и титриметрического определения серебра в анализируемых рассолах с использованием роданида калия [7,8].

Удовлетворительная воспроизводимость результатов определения серебра и сходимость с данными фотометрического и титриметрического анализа служат основанием для более широкого сорбционно-колористического метода в химико-аналитическом контроле микроэлементного состава природных рассолов.

1. Пролесковский Ю. А., Свириденко В. Г., Альтшулер П. Г. и др. // Проблемы экологии и природопользования в Гомельском регионе: Сб. ст. / Под ред. В. В. Валетова. Мн., 1996. С. 192.
2. Ходжамамедов А. М., Аманов К. Б., Овезова О. и др. // Изв. АН ТССР. 1978. № 20. С. 115.
3. Цзян Сяо Хун, Пролесковский Ю. А. Оценка возможностей извлечения магния и кальция из природных рассолов Припятской впадины: Тез. докл. I Междунар. науч.-практ. конф. Гомель, 1998. Т. 1. Ч. 2. С. 68.
4. Мечковский С. А., Абугоффа А. А., Муравская Н. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 1. С. 25.
5. Анисимова Л. Г., Умарова Н. Ф. // Физико-химические методы анализа и контроля производства. Махачкала, 1976. Вып. 2. С. 12.
6. Пролесковский Ю. А., Цзян Сяо Хун, Свириденко В. Г. и др. // Влияние комплексных микроудобрений на накопление щелочноземельных элементов в растениях при техногенной нагрузке: Тез. докл. XVI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. М., 1998. С. 214.
7. Пятницкий Н. В., Сухан В. В. Аналитическая химия серебра М., 1975.
8. Свириденко В. Г., Пролесковский Ю. А., Мечковский С. А. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1997. № 1. С. 7.
9. Мечковский С. А., Неокладнова Л. Н., Заневская Ю. В. и др. // Национальная политика в области здорового питания в Республике Беларусь: Мат. междунар. конф. Мн., 1997. С. 164.

Поступила в редакцию 15.04.99.

УДК 542.61

Е. М. РАХМАНЬКО, Т. М. ЯКИМЕНКО, М. Я. ТАРАЗЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ, УСТОЙЧИВОСТИ И ЭКСТРАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ РОДАНИДНЫХ И ИОДИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЛАТИНЫ(IV)

The conditions of formation, stability in aqua solutions with difference concentrations of ligand and extraction ability of thiocyanate and iodide complexes of platinum (IV) corresponding salts of triononyoctadecylammonium have been investigated.

Многие металлы хорошо экстрагируются в виде роданидных и иодидных комплексов растворами четвертичных аммонийных солей (ЧАС), что используется в аналитической химии для их экстракционно-фотометрического определения. Известна хорошая экстрагируемость роданидных комплексов кобальта и цинка состава $Me(CNS)_4^{2-}$ [1], иодидных комплексов висмута (BiI_4^-), кадмия (CdI_4^{2-}), свинца и ртути состава MeI_3 [2]. Из металлов платиновой группы в виде роданидов экстрагируют палладий и родий [3].

В данной работе изучены условия образования, устойчивости и возможности экстракции роданидных и иодидных комплексов Pt(IV). В научной литературе практически отсутствуют сведения по анионообменной экстракции роданидных и иодидных комплексов Pt(IV).

Авторами были использованы роданид калия, иодид калия, растворы платинохлористоводородной кислоты, толуол, хлороформ, хлоридные, роданидные и иодидные соли тринилоктодециламмония (ТНОДА).

В литературе описан комплекс платины(IV) с роданид-ионами состава $[Pt(CNS)_6]^{4-}$ красно-оранжевого цвета, образующийся при действии KCNS на $H_2[PtCl_6]$ [4].

Для изучения условий образования данного комплекса было исследовано 10 систем с различным соотношением исходных веществ: $H_2[PtCl_6]$ на фоне соляной кислоты и раствора KCNS. Контроль состояния систем осуществлялся

на спектрофотометре СФ-26. Избыток роданид-ионов по отношению к ионам платины составлял от трехкратного до 35000-кратного. Общий вид спектров поглощения растворов одинаков (рис. 1). Фоном во всех случаях служил раствор KCNS той же концентрации, что и в рабочих системах. Максимуму поглощения продукта реакции соответствует длина волны 287 нм. За время наблюдения (от одних суток для систем с большим избытком CNS-ионов до 50 сут для систем с небольшим избытком лиганда) все системы прошли следующие стадии:

- 1) разложение $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ с образованием $[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$;
- 2) относительно устойчивое существование $[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$;
- 3) процессы гидролиза и восстановления Pt(IV) с образованием соответствующих продуктов реакции.

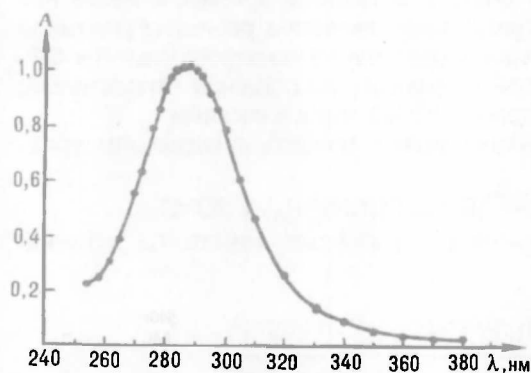


Рис. 1. Общий вид спектра поглощения водного раствора платинородановодородной кислоты

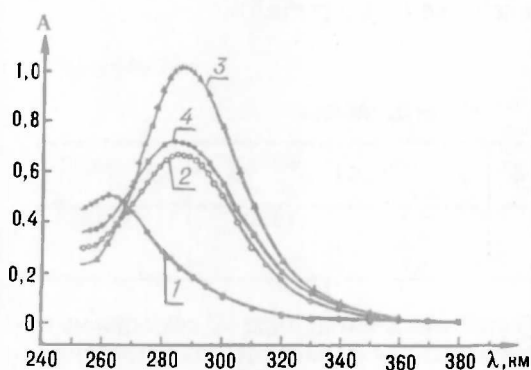


Рис. 2. Изменение спектра поглощения водного раствора платинородановодородной кислоты во времени:
1 – 0 сут, 2 – 3, 3 – 13, 4 – 21 сут

На рис. 2 представлено изменение во времени спектра поглощения системы с 1100-кратным избытком KCNS: кривая 1 характеризует начальное состояние системы, когда максимум наблюдается при длине волны 262 нм (λ_{max} для $[\text{PtCl}_6]^{2-}$), кривые 2, 3 – образование комплекса $[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$ ($\lambda_{\text{max}} = 287$ нм), кривая 4 – разрушение комплекса $[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$.

Время нахождения систем в каждом из состояний зависит от соотношения концентрации $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ и роданид-ионов. Оно минимально для большого избытка KCNS и максимально для малого. Так, при 35000-кратном избытке все три стадии системы проходит за 6 ч. В результате образуется осадок красно-бурого цвета предполагаемого состава $(\text{Pt}(\text{CNS})_2)_2$ и выделяется сероводород.

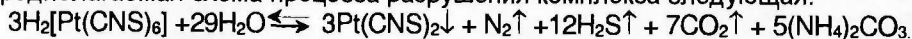
При малом избытке вторая и третья стадии процесса совпадают и платина не переводится количественно в роданидный комплекс. При 1000 – 7500-кратном избытках стадии имеют четкое разделение. Так, время образования роданидного комплекса платины в растворе с исходными

концентрациями $[\text{PtCl}_6]^{2-} 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ и $0,14 \text{ M}$ KCNS составляет 13 сут. Оптическая плотность системы при длине волны, соответствующей максимуму поглощения продукта, была постоянной в течение 3 сут, а затем начала снижаться. При начальной концентрации $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, равной $1,92 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ и KCNS $0,9 \text{ M}$, максимум поглощения достигался за 19 ч. В состоянии равновесия система находилась около часа, затем начинался процесс разрушения комплекса.

В системах с большим избытком роданид-ионов оптическая плотность максимума поглощения продукта пропорциональна исходной концентрации платинохлористоводородной кислоты. Коэффициент пропорциональности во всех случаях примерно одинаков. Это дает возможность сделать вывод, что во всех случаях платинохлористоводородная кислота превращается количественно в платинороданистоводородную.

Таким образом, рассчитанный коэффициент экстинкции при длине волны, соответствующей максимуму поглощения, равен 51300. В справочной литературе значений коэффициента экстинкции для данного комплекса не найдено.

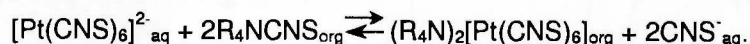
Таким образом, было установлено, что роданидный комплекс платины(IV) неустойчив во времени вследствие окисления роданид-ионов ионами Pt(IV). Предполагаемая схема процесса разрушения комплекса следующая:



Основной продукт данной реакции – осадок, нерастворимый в воде и кислотах.

Для изучения условий экстракции была выбрана система с 7000-кратным избытком роданид-ионов. Растворы 1М KCNS и $2,1 \cdot 10^{-5}$ М $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ для образования платинороданистоводородной кислоты оставляли в темном месте при температуре 20°C на сутки. Для экстракции использовали растворы роданида тринонилоктодециламмония. Измерения проводили на спектрофотометре СФ-26 при длине волны, соответствующей максимуму поглощения относительно фона, содержащего такую же концентрацию KCNS, что и в системе.

Процесс анионообменной экстракции можно описать следующим уравнением:



Для описания процесса использовали условные константы обмена, рассчитанные по уравнению:

$$K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{CNS}^{-}}} = \frac{[(\text{R}_4\text{N})_2\text{Pt}(\text{CNS})_6]_{\text{org}} \cdot [\text{CNS}^{-}]_{\text{aq}}^2}{[\text{R}_4\text{NCNS}]_{\text{org}}^2 \cdot [\text{Pt}(\text{CNS})_6]_{\text{aq}}^{2-}}$$

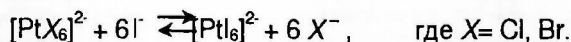
Логарифм константы экстракции практически не зависит от соотношения экстрагируемого комплекса и экстрагента и равен $5,8 \pm 0,2$ в логарифмическом выражении (в пересчете на хлорид-анион – $14,1 \pm 0,2$ (табл.1)).

Таблица 1

Зависимость $K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{CNS}^{-}}}$ от C_0 ЧАССНС					
$C_0 [\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$ моль/л 10^{-5}	C_0 ЧАССНС _{орг} моль/л	$K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{CNS}^{-}}} \cdot 10^5$	$\lg K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{CNS}^{-}}}$	$K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{Cl}^{-}}}$	$\lg K_{\frac{[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}}{2\text{Cl}^{-}}}$
1,6	1,03	6,8	5,8	$1,2 \cdot 10^{14}$	14 0,2
	$5,20 \cdot 10^{-3}$	7,4	5,9		
	$1,03 \cdot 10^{-2}$	4,8	5,7		

Иодидные комплексы платины (IV) описаны в литературе [4] как одни из самых термодинамически устойчивых галогенидных комплексов этого металла.

Процесс образования гексаиодоплатината можно представить следующим образом:



Приведенные в литературе полные термодинамические характеристики указанного равновесия свидетельствуют о том, что оно сдвинуто в сторону образования гексаиодоплатината.

Для изучения условий образования комплекса были выбраны системы с различным соотношением концентраций KI и $[\text{PtCl}_6]^{2-}$. Избыток иодида калия составлял от трехкратного до 4000-кратного.

Измерения проводились на спектрофотометре СФ-26 относительно фона, содержащего такую же концентрацию иодид-ионов, что и в исследуемой системе. Во всех случаях общий вид спектров одинаков (рис. 3).

Экспериментально установлено, что максимуму поглощения комплекса состава $[\text{PtI}_6]^{2-}$ соответствует $\lambda=490$ нм. Максимум поглощения при $\lambda=350$ нм соответствует молекулярному йоду I_2 , при $\lambda=445$ нм – $[\text{PtI}_4]^{2-}$. В системах устанавливается окислительно-восстановительное равновесие, описываемое схемой:



Следовательно, количественного перевода платины в гексаиодоплатинат-ион не наблюдается.

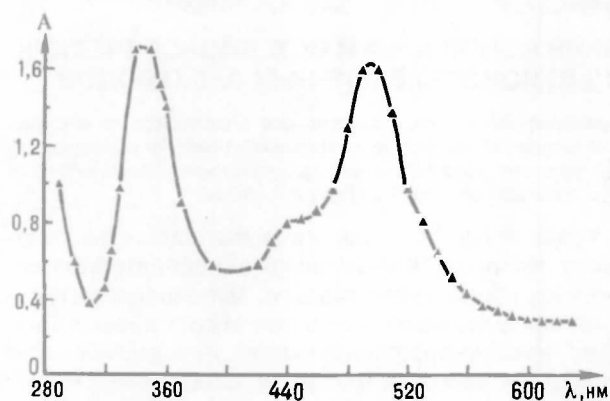


Рис. 3. Общий вид спектра поглощения водного раствора платинородановодородной кислоты

Таблица 2

Средние значения логарифма константы экстракции хлоридных, бромидных и роданидных комплексов платины(IV) солями тринилоктадециламмония

Галогенидный комплекс платины(IV)	$\lg K_{\text{эк}}^{\text{тринилоктадецил}}^{\text{Pt(IV)}}$
$[\text{PtCl}_6]^{2-}$	8,8 0,2
$[\text{PtBr}_6]^{2-}$	11,6 0,2
$[\text{Pt}(\text{CNS})_6]^{2-}$	14,1 0,2

закономерностями анионообменной экстракции: при увеличении размера иона экстракционная способность увеличивается [2].

1). Изучены условия образования роданидных и иодидных комплексов Pt(IV).

Установлено, что роданидные комплексы платины(IV) при определенных условиях образуются количественно и относительно устойчивы; иодидные комплексы неустойчивы вследствие протекания процессов внутримолекулярного окисления-восстановления.

2). Установлена возможность экстракционного выделения роданидных комплексов платины(IV) из водных растворов роданидом тринилоктадециламмония. Логарифм условной константы обмена на хлорид-ион равен $14,1 \pm 0,2$ и мало зависит от соотношения экстрагируемого комплекса и экстрагента. Количественное описание процесса экстракции иодидных комплексов Pt(IV) затруднительно.

1. Мазовка Е.Р., Рахманько Е.М., Ломако В.Л. и др. // Изв. АН БССР. 1981. № 3. С. 9.

2. Рахманько Е.М., Полищук С.В., Старобинец Г.Л. // ЖНХ. 1988. Т. 33. № 10. С. 2506.

3. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. М., 1984. С. 144.

4. Гинзбург С.И., Езерская Н.А., Прокофьева И.В. и др. Аналитическая химия платиновых металлов. М., 1972. С. 616.

Поступила в редакцию 28.05.99.

О.Г. ПИСАКОВ, А.А. БОРИСЕНКО, В.Г. ГУСЛЕВ, В.В. ЕГОРОВ, К.К. КОВАЛЕНКО,
С.В. ЛОМАКО, Б.А. НИКОЛАЕВ, Е.М. РАХМАНЬКО, А.А. РАТЬКО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ K, Na И Cl В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ С ПОМОЩЬЮ ИОНОСЕЛЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

The method of measuring of concentration of sodium, potassium and chloride ions in biological liquids has been worked out as a result of carried out research. Ion-selective electrodes for corresponding ions has been made and method has been compared with a standart equipment. The algorithm of treatment of the information for creation of automatic ion-analyzer has been offered.

Определение содержания ионов K, Na, Cl в биологических жидкостях относится к числу наиболее важных и распространенных клинико-лабораторных исследований. Оно составляет основу неотложного анализа, выполнение которого необходимо многим больным, находящимся в критическом состоянии. Однако в подавляющем большинстве лечебно-профилактических учреждений такие анализы не проводят. Причиной этого являются трудности, связанные с технологической процедурой их осуществления по ранее рекомендованным способам пламенной фотометрии, а также недоступность биохимических автоанализаторов и специальных наборов реагентов для определения концентрации электролитов энзимными фотометрическими методами. Очевидно, что для решения этой проблемы можно использовать метод ионометрии, имеющий ряд существенных достоинств. Это простота, точность, доступность и безопасность в отличие от метода пламенной фотометрии, где используются горючие газы.

Определение концентраций методом ионометрии основано на измерении электрического потенциала ионоселективного электрода, погруженного в исследуемый раствор, относительно электрода сравнения. Значение потенциала позволяет судить об активности присутствующих в растворе ионов. К числу наиболее известных анализаторов такого типа (иономеров) относятся: анализатор ионного состава биологических жидкостей Easylyte ("Medica", США) – "Easylyte", "Easylyte Plus"; "Electrolyte2" ("Beckman", США); "Synchron EL-ISE" ("Beckman", США); ионоселективные анализаторы электролитов фирм "ABL" (Швеция) и "AVL" (Австрия); "Копе" (Финляндия); полуавтоматический калий-натриевый анализатор "OP-266"; "OP-Ca" ("Radelkis", Венгрия); иономер "ЭЦ-59" (микроанализатор ионоселективный K/Na, разработанный ТОО "Кварти-Мед", Россия, г.Уфа). Все они имеют очень высокую стоимость и поэтому практически недоступны для большинства клинико-диагностических лабораторий. Это обусловлено использованием в данных приборах проточных электродов, что определяет необходимость применения специальных систем подачи пробы к электродам. Кроме того, такой подход подразумевает измерение пиковых значений потенциала, что существенно затрудняет калибровку и требует сложных приборов для регистрации потенциала. В связи с этим нами были предприняты исследования, направленные на разработку подхода к определению содержания ионов K, Na, Cl в биологических жидкостях без использования традиционно применяемых проточных электродов.

Для проведения исследований авторами данной статьи были изготовлены пленочные калий, натрий и хлорид-селективные электроды в соответствии с общепринятыми методиками [1–3]. Состав мембран для электродов приведен в табл. 1.

Изготовленные пленочные ионоселективные электроды измеряют равновесный потенциал, установившийся в растворе после 30 с перемешивания. При разработке алгоритма выполнения измерений авторы постарались учесть влияние концентрационного диапазона построения градуировок. Влияние этого фактора обусловлено тем, что электродная функция при концентрациях, близких к нижнему пределу обнаружения (а именно этот диапазон представляет практический интерес), имеет криволинейный характер. Это приводит к изменению углового коэффициента электродной функции (θ) в зависимости от концентрации определяемого иона, что осо-

бенно актуально при определении ионов калия, концентрация которого в сыворотке крови низка. Следовательно, чтобы определить угловой коэффициент θ , соответствующий диапазону концентраций, в пределах которого изменяется искомая величина, необходимо было калибровать электрод в узком, близком к анализируемому, интервале концентраций.

Таблица 1

Состав мембран ионоселективных электродов

ИСЭ	Компоненты	Массовые %
K ⁺	Поливинилхлорид (ПВХ)	32,8
	Дибутилфталат (ДБФ)	65,8
	Валиномицин и триоктилосибензолсульфокислота (ТОБС)	1,4
	ПВХ	22,0
Cl ⁻	ДБФ	67,0
	Хлорид тринилюкстадециламмония (ТНОДАС)	11,0
	ПВХ	33,0
Na ⁺	Орто-нитрофенилоктиловый эфир (о-НФОЭ)	66,0
	Тетракис(4-хлор) фенилборат натрия и 4-третбутилкаликс[4]арен-тетраэтиловый эфир тетрауксусной кислоты (C ₆₀ H ₈₀ O ₁₂ , M=993,29)	1,0
	ПВХ	33,0

Измерения проводились по методу ограничивающих растворов. Расчет концентрации ионов K⁺ проводился по формуле

$$C_i = C_{ст.2} \cdot 10^{(E_i - E_{ст.2})/\theta},$$

где C_i – концентрация ионов K⁺ в исследуемом растворе; E_i – потенциал в исследуемом растворе; $C_{ст.2}$ – концентрация ионов K⁺ в стандартном (калибровочном) растворе; $E_{ст.2}$ – потенциал в стандартном (калибровочном) растворе; θ – угловой коэффициент градуировочной прямой.

Данный метод позволяет рассчитывать неизвестную концентрацию, исходя из значений потенциалов электрода в исследуемом и стандартном растворах (предварительно определив угловой коэффициент в заданном интервале концентраций). Такой подход дает возможность проводить подстройку градуировочной прямой по одной (базовой) точке, соответствующей стандартному раствору со средней концентрацией ионов калия при условии, что угловой коэффициент θ с течением более или менее длительного промежутка времени существенно не изменяется. Привязка к стандартному раствору со средней концентрацией определяемого иона имеет смысл еще и потому, что вероятность колебания концентрации ионов в анализируемых растворах вблизи среднего значения больше, чем возле максимального или минимального уровня.

При калибровке электродов мы руководствовались следующими критериями: $|\Delta E|_{Na^+} > 13$ мВ; $|\Delta E|_{K^+} > 12$; $|\Delta E|_{Cl^-} > 14$ мВ, где $\Delta E = E_{min} - E_{max}$, т.е. разность между показаниями электрода, находящегося в растворах с минимальной и максимальной концентрацией ионов, должна быть не меньше, чем указано в критерии. В противном случае необходимо производить перекалибровку.

Подстройка калибровочного графика осуществляется по критерию: $|E_n - E_{n-1}| < 0,2$ мВ, где $|E_n - E_{n-1}|$ – разница показаний электрода между измерениями, проведенными с интервалом в 30 с. В случае, если разность показаний любого из электродов выше, чем заложено критерием, подстройка повторяется до получения положительного результата.

Поскольку проверка предложенной методики является очень трудоемкой, то был сконструирован прибор, представляющий собой автоматический пробоотборник на 12 образцов с системой обработки сигналов от электродов. Конструктивно пробоотборник выполнен в виде карусели, в которую устанавливаются стеклянные стаканчики с образцами и калибровочными растворами. Встроенная магнитная мешалка обеспечивает однородность раствора при проведении измерений. Позиционирование карусели и перемещение электродов по вертикали для погружения в исследуемые растворы осуществляется при помощи шаговых двигателей. Для удобства использования ионоселективные электроды на натрий, калий и хлорид, а также электрод сравнения были заключены в единый пластиковый цилиндрический корпус с выходами в одном торце и проводами для передачи кон-

тактного потенциала на плату обработки сигналов – в другом. Измерения сигналов от электродов проводились с помощью 16-разрядного аналого-цифрового преобразователя. Управление работой всего прибора осуществлялось по программе при помощи микропроцессора DS5000F. Результаты измерений выводились на встроенный двухстрочный буквенно-цифровой жидкокристаллический индикатор.

Точность измерений проверялась сравнением полученных данных с результатами других методов. Результаты приведены в табл. 2:

$$S_R = \frac{S_x}{C} 100\%, \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}},$$

где: S_R – относительное стандартное отклонение, S_x – стандартное отклонение [4].

Таблица 2

Результаты анализа сыворотки крови различными методами

№ анализируемого образца	Метод											
	пламенно-фотометрический				титриметрический				потенциометрический			
	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	c	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	c	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	S	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	S	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	S	$C_{\text{эт}}$, ммоль/л	S
1	3,73	0,18	140	7,05	100	1	3,6	0,046	141	1,41	101	0,52
2	4,24	0,16	141	6,95	103	1,01	4,0	0,031	140	1,49	103	0,73
3	3,89	0,17	131	6,60	100	1,00	3,9	0,041	132	1,31	100	0,81
4	4,44	0,19	133	6,70	92	0,93	4,4	0,041	135	1,31	94	0,91
5	4,71	0,16	141	7,15	103	1,02	4,6	0,049	142	1,41	105	1,01
6	4,58	0,18	140	7,00	104	1,04	4,5	0,031	140	1,41	104	0,91
7	4,01	0,18	141	7,05	102	1,01	3,9	0,046	141	1,41	103	0,72
8	4,06	0,19	137	6,85	101	1,02	4,0	0,046	138	1,47	101	0,51
9	4,18	0,15	139	6,95	103	1,01	4,1	0,041	139	1,49	103	0,71

Проверка воспроизводимости “изо дня в день” проводилась сравнением показаний прибора и проточного анализатора “Radelkis”. Измерения на приборе выполнялись в клиничко-диагностическом отделении областной клинической больницы Минска. Сравнительной оценке подвергались усредненные результаты, полученные на основании семикратного исследования содержания ионов в одной и той же пробе сыворотки крови. В табл. 3 приведены результаты проведенных исследований.

Таблица 3

Данные по анализу сыворотки крови на приборе Radelkis и измеренные по предложенной методике, ммоль/л

Дата выполнения анализа	Na		K		Cl	
	Radelkis	прибор	Radelkis	прибор	Radelkis	прибор
13.04.98	142	133,3	4,1	3,79	104	98,6
14.04.98	—	133,8	—	3,89	—	101,4
06.04.98	146	139,7	4,7	4,36	100	100,4
13.04.98	—	137,0	—	4,39	—	100,2
06.04.98	143	136,5	4,1	3,79	96	94,9
13.04.98	—	140,7	—	3,80	—	91,9

Видно, что результаты отличаются хорошей воспроизводимостью. При этом выявлено систематическое занижение результатов определения в среднем на 5,5% для Na^+ и 7,2% для K^+ по сравнению с результатами проточно-инжекционного анализа (ПИА). Отчасти это может быть объяснено наличием белковой фракции в сыворотке

крови, что приводит к завышению результатов определения в неразбавленной сыворотке методом ПИА, отчасти – различиями условий градуировки и выполнения измерений в сопоставляемых методах. Введение поправочных коэффициентов (1,072 для K^+ и 1,055 для Na^+) позволяет достигнуть максимального соответствия с данными ПИА (среднее расхождение составляет 0,92% отн. для K^+ и 0,97% отн. для Na^+).

Из полученных данных можно заключить, что предложенный алгоритм выполнения измерений с периодической подстройкой калибровки позволяет обойти сложности, связанные с нестабильностью характеристик электродов и получить разброс единичных измерений в пределах двух относительных

процентов. Эти же результаты свидетельствуют о высокой воспроизводимости и достоверности полученных данных. Таким образом, исследования показывают, что разработанные алгоритмы проведения измерений могут быть использованы при создании автоматического потенциометрического анализатора ионного состава крови.

1. Никольский Б.П., Матерова Е.А. Ионоселективные электроды. Л., 1980.
2. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. М., 1989.
3. Николаев Б.А., Ломако В.Л., Рахманько Е.М. //Весті Акадэміі навук Беларусі. 1997. № 3. С.10.
4. Фишер Р. Статистические методы для исследователей. М., 1958.

Поступила в редакцию 18.01.99.



УДК 577.352.333

Н.Н. ПЕТРАШЕВСКАЯ, В.Б. КАЗАКЕВИЧ

ХАРАКТЕРИСТИКА СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АНТИОКСИДАНТОМ ИОНОЛОМ

We have shown that the activation of lipid peroxidation in isolated frog nerves contributes to the alteration of electrophysiological axonal propagation properties. Antioxidant treatment by ionol 10^{-6} g/ml have been demonstrated to preserve the functional stability of nodes of Ranvier, severed from their cell bodies.

В патогенезе дегенерационных изменений нервной ткани, среди факторов, играющих ключевую роль в нарушении функциональной стабильности возбудимой мембраны выделяют свободные радикалы и активируемые ими процессы перекисного окисления липидов. Ключевые функции нейронов – поддержание трансмембранного потенциала, захват и выброс медиатора – чрезвычайно чувствительны к гиперпродукции активных форм кислорода, перекисных радикалов, регистрируемых при развитии окислительного стресса [1,2]. Однако влияние этих процессов на нарушение специализированной аксональной функции проведения нервного импульса остается во многом неясным, что определяется отсутствием адекватных экспериментальных моделей, позволяющих комплексно оценить электрофизиологические и метаболические изменения, развивающиеся при активации дегенерационных процессов в той или иной части нейрона. В данной работе для оценки роли процессов перекисного окисления липидов в нарушении устойчивости аксональной функции проведения нервного импульса предложена модель длящегося переживания изолированных седалищных нервов лягушки. Используя эту экспериментальную модель, мы ставили задачу установить связь между инициированием реакций ПОЛ и электрофизиологическими изменениями активности нервных волокон, а также оценить возможности антиоксидантной защиты функции аксонального проведения потенциала действия.

Материал и методика

В качестве тест-объекта использовались изолированные седалищные нервы лягушки *Rana temporaria*. Изолированные нервы ($n=10$) инкубировались в растворе Рингера для холоднокровных на протяжении 80 ч при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Во второй серии опытов ($n=10$) в среду инкубации нервов вводили антиоксидант ионол (2,6-дитретбутил-4-метилфенол) в концентрации 10^{-6} г/мл, растворенный в этиловом спирте, конечная концентрация которого в среде инкубации составила 1%.

В переживающих нервных волокнах проводили электрофизиологическое тестирование параметров потенциала действия через 5, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ч на фоне продолжающейся экспозиции. Каждый препарат после тестирования в указанном временном интервале переносился в другой бюкс с обновленной средой инкубации. При электрофизиологическом тестировании монофазные потенциалы действия отводили с поверхности нерва точечным хемотродом, заполненным раствором Рингера. Усиление осуществляли усилителем УБП-02 с полосой пропускания 0,1–1000 Гц. Измерение амплитуды и времен-

ных параметров нервного импульса проводили по изображениям на экране осциллографа С1-18 в режиме ждущей развертки. Стимуляцию волокон для получения возбуждения и непрерывного изображения нервного импульса во всех определениях осуществляли на ждущей частоте 30 Гц. Прямоугольные импульсы отрицательной полярности длительностью 0,1 мс подавали на биполярные электроды через равночастотный выход стимулятора ЭСУ-2. Пороговое напряжение в импульсе составляло 6–6,8 В. На осциллограммах определяли амплитуду потенциала действия (ПД, мВ) по калибровочному сигналу усилителя, максимальную скорость мембранной деполяризации ($V_{\max}$, В/с) – по скорости нарастания переднего фронта нервного импульса, скорость проведения импульса (м/с) – по латентности ответа и расстоянию до точки отводящего электрода, абсолютный рефрактерный период (АРП, мс) – по отсутствию ПД на тест-стимул при парной стимуляции, относительный рефрактерный период (ОРП) – по минимальному времени между двумя стимулами, вызывающими равноценные ПД.

Развитие реакций перекисного окисления липидов в переживающих нервных волокнах оценивали по накоплению малонового диальдегида (МДА), содержание которого определяли через 0, 25, 50 и 80 ч инкубации по реакции с тиобарбитуровой кислотой [3]. В эти же сроки в переживающих нервных волокнах определяли активность фермента антиоксидантной защиты супероксиддисмутазы СОД КФ 1.15.1.1.17. [4]. Содержание МДА и активность ферментов рассчитывали на 1 мг белка, активность которого определяли по [5].

Статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами. Достоверность различий между средними величинами оценивали по t -критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Характер изменения содержания МДА в изолированных седалищных нервах лягушки при переживании в течение 80 ч при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$ представлен на рис.1а. Достоверное повышение уровня продуктов ПОЛ наступало к 50 ч после выделения нервов. К этому времени по сравнению с контролем (5 ч после выделения) оно увеличилось на 47 % и составило $1,13 \pm 0,08$ нмоль МДА/мг белка ($p < 0,05$, $n=5$). В дальнейшем содержание МДА прогрессивно нарастало и к 80 ч достигло $1,82 \pm 0,09$ нмоль/мг белка ($p < 0,01$, $n=5$). Антиоксидант ионол, вводимый в среду инкубации изолированных нервов в концентрации 10^{-6} г/мл, уменьшал содержание продукта до $1,10 \pm 0,03$ нмоль МДА/мг белка.

В процессе переживания изолированных нервных волокон в них снижалась супероксиддисмутазная активность (рис.1б). Достоверное изменение активности СОД наблюдалось к 25 ч инкубации и к 80 ч вновь регистрировалось значительное снижение активности этого фермента. Антиоксидант ионол, введенный в среду инкубации, замедлял динамику снижения активности фермента: супероксиддисмутазная активность в нервах, инкубирующихся с ионолом, через 80 ч инкубации была на 26 % выше, чем в нервах, инкубированных в препаратах без антиоксидантной обработки.

Проведенное электрофизиологическое тестирование показало, что при переживании изолированных седалищных нервов лягушки в растворе Рингера амплитуда суммарного потенциала действия волокон группы А практически не изменялась на протяжении 40 ч (рис.2а). Статистически достоверное падение амплитуды ПД регистрировалось через 50 ч, когда она составила $65,0 \pm 6,9$ % от первоначальной величины ($p < 0,01$, $n=10$). В дальнейшем амплитуда ПД прогрессивно снижалась и к 80 ч уменьшилась до 11 ± 2 % от начального значения ($p < 0,001$, $n=10$). Снижение амплитуды монофазного ПД сопровождалось и уменьшением максимальной скорости деполяризации ($V_{\max}$), что свидетельствует о снижении максимальной натриевой проводимости аксонов (рис.2б). Максимальная скорость нарастания переднего фронта ПД волокон группы А изолированных седалищных нервов лягушки за 80 ч переживания уменьшилась на 95,5%. Первоначальное статистически достоверное уменьшение $V_{\max}$ регистрировалось к 40 ч инкубации нервных стволов в физиологическом растворе.

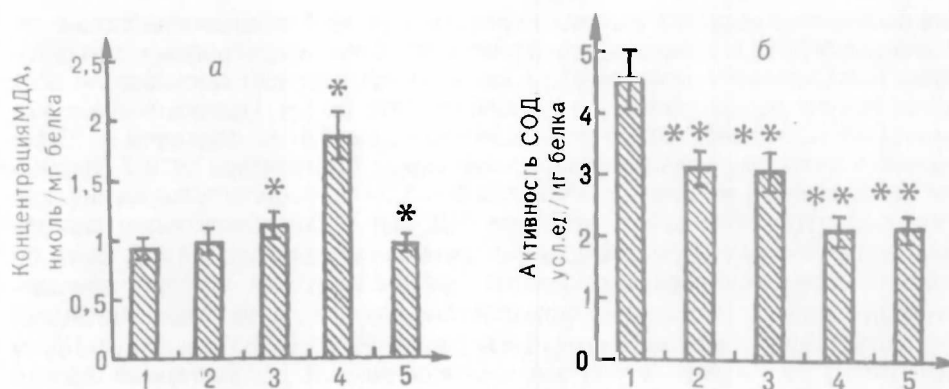


Рис.1. Содержание МДА (а) и активность супероксиддисмутазы (б) в изолированных седалищных нервах лягушки в условиях длительно переживания
1 – контроль (5 ч после выделения), 2 – инкубация 25 ч, 3 – инкубация 50 ч, 4 – инкубация 80 ч, 5 – ионол 10^{-6} г/мл + инкубация 80 ч;
* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

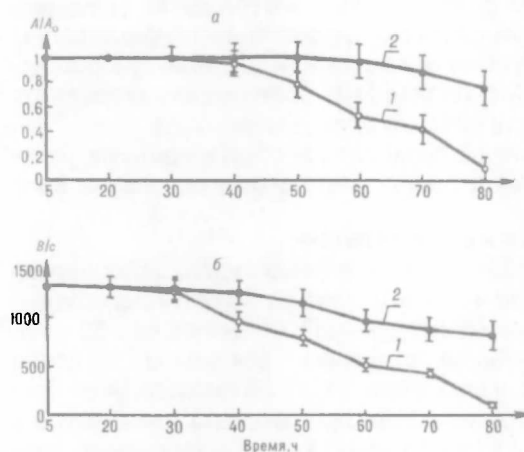


Рис.2. Влияние антиоксиданта ионола на электрофизиологические характеристики переживающих нервных волокон группы А изолированного седалищного нерва лягушки: а – нормированная амплитуда ПД, где А – определяемое, А_с – контрольное значение, б – максимальная скорость деполяризации (В/с); 1 – контроль, 2 – ионол 10^{-6} г/мл

К 50 ч регистрируется также резкое изменение комплекса электрофизиологических показателей, характеризующих специализированную аксональную функцию проведения нервного импульса: длительности абсолютного и относительного рефрактерного периодов, скорости проведения нервного импульса (рис.3 а,б,в). Причем возникновение выраженных функциональных изменений в переживающих нервных волокнах происходило на фоне увеличения содержания МДА и значительного снижения активности СОД.

Антиоксидант ионол (10^{-6} г/мл), добавленный в среду инкубации изолированных нервных волокон, оказывал сильное стабилизирующее

влияние на возбудимую мембрану аксонов. Это выражалось в существенном замедлении скорости потери возбудимости волокнами группы А (см. рис.2а), поскольку ионол увеличивал период наступления достоверного снижения амплитуды суммарного ПД до 60 ч, а к 80 ч после изоляции нерва при его экспозиции в растворе с антиоксидантом ПД уменьшился до $65 \pm 4\%$ от исходного значения, что на 54% меньше, чем в условиях без добавления антиоксидантов. В условиях действия ионола поддержание возбудимости аксонов в ходе их дегенерации было обусловлено частичным сохранением в процессе переживания нормальной скорости деполяризации, которая через 80 ч экспозиции изолированных нервов в растворе с ионолом уменьшилась с 1290 ± 108 В/с до 580 ± 57 В/с, что было на 37% выше величины $V_{\max}$ в нервах, находящихся в растворе без антиоксиданта. Для изолированных нервов при экспозиции в растворе с ионолом характерно более продолжительное сохранение нормальной скорости инактивации системы натриевых каналов и падение калиевой проводимости при реполяризации аксонов. Об этом свидетельствуют меньшие, по сравнению с контролем, сдвиги абсолютного и относительного рефрактерного периодов на фоне действия антиоксиданта (см. рис.3а). Скорость проведения ПД нервными волокнами группы А через 80 ч переживания в среде с ионолом была выше, чем в контрольных опытах, и изменялась всего на 14% от перво-

начальной величины ($p < 0,05$, $n=10$). Обращает на себя внимание тот факт, что на фоне действия антиоксиданта наблюдающиеся изменения амплитуды суммарного монофазного ПД, максимальной скорости развития переднего фронта ПД, скорости проведения нервного импульса имели черты линейного процесса, развивающегося с постоянной скоростью.

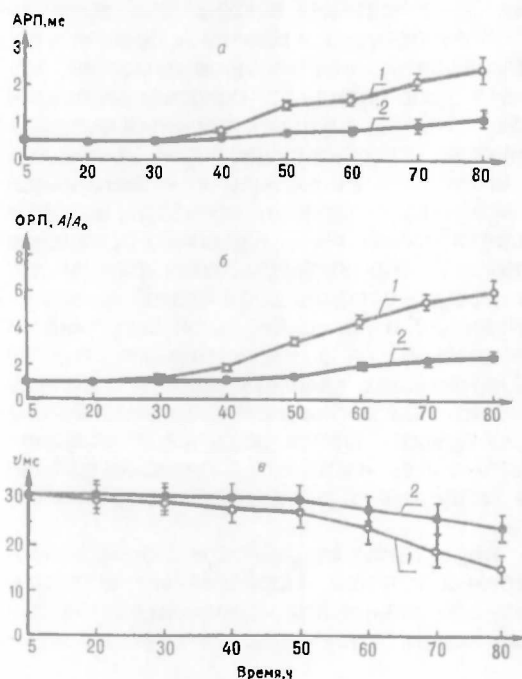


Рис.3. Влияние антиоксиданта ионола на абсолютный и относительный рефрактерный период и скорость проведения потенциала действия волокнами группы А при переживании изолированного седалищного нерва лягушки:

а – длительность абсолютного рефрактерного периода, б – длительность относительного рефрактерного периода, в – скорость проведения (м/с); 1 – контроль, 2 – ионол 10^{-5} г/мл

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют заключить, что нарушение устойчивости специализированных функций изолированных нервных стволов после разрыва трофической связи с телом нервной клетки взаимосвязано со свободнорадикальным окислением мембран нервных волокон, а антиоксидантное воздействие оказывает стабилизирующее действие на возбудимую мембрану аксонов при переживании *in vitro*. Известно, что процесс возбудимости нервного волокна обеспечивается функционированием перехватов Ранвье, для которых характерна высокая плотность натриевых и калиевых каналов и ионных насосов. Известный факт длительного сохранения специализированной функции проведения нервного импульса в изолированных нервах холоднокровных животных свидетельствует о значительной функциональной стабильности нервных волокон пойкилотермных животных при разрыве трофической связи с телом нервной

клетки [6]. Из этого можно заключить, что в нервных волокнах при отсутствии связи с телами нервных клеток в течение определенного времени функционирует достаточное число ионных каналов и насосов, необходимых для поддержания возбудимости. Можно предположить, что интегральные белки каналов, а также метаболически зависимые ионные насосы обладают исключительной стабильностью и обеспечивают функцию волокна вплоть до наступления его дегенерации. Возможно, что данные белковые молекулы могут синтезироваться шванновской клеткой [7]. Тем не менее прекращение аксоплазматического тока, приводящее к так называемому биохимическому угнетению в аксонах, приводит к существенному снижению активности ферментов, в числе которых, согласно результатам наших исследований, и СОД. Это, вероятно, является решающим фактором активации ПОЛ до уровня, превышающего регуляторную значимость этого процесса в проведении ритмического возбуждения по миелинизированным нервным стволам [8]. Наряду с активацией мембрано-деструктивных процессов, активация ПОЛ способна усилить каскад нейротоксических реакций, опосредуя повышение концентрации внутриаксонального кальция. Известно, что повышение содержания свободного кальция в цитоплазме является одним из ключевых факторов нейродегенерации, и повышенная его концентрация отмечена в местах наиболее выраженной морфологической деструкции нервного волокна [9–11]. Результатом этих процессов может явиться структурная дезинтеграция нервного волокна, так называемая валле-

ровская легенерация, приводящая к снижению числа функционирующих нервных волокон, что и отражает снижение амплитуды суммарного ПД.

Анализ электрофизиологических эффектов, развивающихся в нервных стволах при переживании *in vitro*, свидетельствует об уменьшении скорости нарастания переднего фронта ПД, увеличении времени относительной и абсолютной рефрактерности, о частичной деполяризации сохранивших возбудимость аксонов, а также о поражении части натриевых и калиевых каналов и соответствующем снижении потенциалзависимых ионных проводимостей. Известно, что сильная продолжительная деполяризация, сопровождающаяся глубокой инактивацией каналов входящего тока, ведущая к снижению амплитуды ПД, повышению порогового потенциала, способна существенно уменьшить скорость распространения нервного импульса [12]. Активация несбалансированных реакций ПОЛ может вносить реальный вклад в эти процессы, вызывая значительную деполяризацию возбудимой мембраны и нарушая нормальное функционирование белков каналоформеров. Это подтверждается фактом стабилизации механизма возбудимости нервных волокон, достигаемой антиоксидантным воздействием, что свидетельствует о принципиальной возможности продлевать и нормализовывать функционирование молекулярных структур возбудимой мембраны, образующих натриевые и калиевые каналы и ионные насосы. Можно предположить также, что при антиоксидантном воздействии увеличивается жизнеспособность шванновских клеток, которые в условиях изолированного нерва могут обеспечить синтез некоторого количества белков-каналоформеров, обязательных для поддержания определенного уровня поляризации и сохранения возбудимости.

В заключение можно отметить, что продление сохранности специализированных функций изолированных нервных волокон направленным антиоксидантным воздействием может служить основанием для применения антиоксидантных веществ в целях управления ходом дегенерационного процесса поврежденных нервных стволов.

1. Kagan V.E., Bakalova R.A., Koynova G.M. // Free radical in the Brain. Aging, Neurological and Mental Disorders/ Eds. L. Packer, L. Prilipko, Y. Christen. Berlin, 1992. P. 49.
2. Colton C.A., Colton J.S. // Brain. Res. 1986. Vol. 364. № 1. P. 151.
3. Ahkava H., Ohishi N., Yagi K. // Anal. Biochem. 1979. Vol. 95. № 12. P. 351.
4. Чумаков В.Н., Осинская Л.В. // Вопр. мед. химии. 1979. № 3. P. 261.
5. Lowry O.H., Rosenbrough H.J., Farr A.L., Randall R.J. // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193. № 2. P. 265.
6. Wang G.H. // J. Physiol. 1985. Vol. 368. № 2. P. 309.
7. Кольс О.Р., Ревин В.В., Свердлов Е.А., Федоров Г.Е. // Биантиоксиптели в регуляции метаболизма в норме и патологии. М. 1982. С. 100.
8. Виноградова И.М. // Успехи физиол. наук. 1987. Т. 18. № 4. С. 37.
9. Mata M., Staple J., Fink D. // J. Neurobiol. 1986. Vol. 17. P. 449.
10. Badalamente M., Hirst L., Stracher A. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1899. Vol. 86. № 15. P. 5983.
11. Medinarella L., Church A.C. // Exp. Neurol. 1984. Vol. 84. № 2. P. 396.
12. Davison A., Tibbits G., Shi L. // J. Mol. and Cell. Biochem. 1988. Vol. 10. № 2. P. 199.

Поступила в редакцию 22.12.98.

УДК 577.125.33:616.5-008.922

Л.Н. БЫШНЕВА, В.В. СЕНЧУК

ВЛИЯНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ ХРУСТАЛИКА

Was studied the influence of UY-radiation and high concentrations of glucose, galactose and sor-bitol on antioxidant system enzymes of bovine lens – SOD, GPX and GRD. Was found the damage effect so of UY-radiation as high concentrations of monosacharides on lens antioxidant system.

Солнечная радиация является важным экологическим фактором для большинства живых организмов. К важнейшим фотобиологическим процессам относятся процессы фоторегуляции, зрения, деструктивное действие

УФ-излучения. Свет оказывает непосредственное воздействие на ткани глаза на протяжении всей жизни человека. Среди глазных болезней особое место занимает патология хрусталика, ведущая к развитию катаракты. Патогенетические причины этого явления могут иметь самую различную природу и включать как повреждающее действие внешних факторов окружающей среды, так и внутреннюю предрасположенность, обусловленную развитием метаболических изменений в организме. Так, известна высокая корреляция развития катаракты у людей, страдающих гипергликемией [1].

Наибольшим повреждающим действием среди оптических излучений обладает коротковолновая часть спектра УФ-излучения. Считается, что повреждающее действие УФ-излучения реализуется не только прямо – путем поглощения энергии фотона биомолекулой, но и опосредованно – через интенсификацию свободнорадикальных процессов в клетке.

В связи с фотохимической гипотезой происхождения возрастной катаракты длительное воздействие УФ-излучения рассматривается как фактор, инициирующий фотоокисление и агрегацию белков, изменения в антиоксидантной системе хрусталика [2,3].

Антиоксидантная система клетки включает ферментативную и неферментативную системы. К важнейшим представителям ферментативной системы относятся супероксиддисмутаза (СОД), глутатионпероксидаза (ГП), глутатионредуктаза (ГР). Имеющиеся в литературе данные о состоянии антиоксидантной системы ткани хрусталика при воздействии УФ-излучения носят фрагментарный характер и не дают четкого представления о восстановительном потенциале антирадикальной защиты, критических пороговых дозах УФ-излучения, ведущих к нарушению регуляции свободнорадикальных процессов.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния различных доз УФ-излучения на уровень антиоксидантной активности ткани хрусталика бычьего глаза как самостоятельного повреждающего фактора, так и в присутствии дополнительного фактора – повышенного уровня некоторых моносахаридов.

Материал и методика

В эксперимент брали прозрачные хрусталики бычьих глаз массой 2,2–2,6 г. В качестве источника УФ-излучения использовали лампу ДРК-120, тестируемую спектрометрическим прибором СРП-86. Облучение надмитохондриальной фракции 20%-го гомогената хрусталика проводили в кварцевом стакане с экспозицией 20, 30, 60, 90, 120 мин. Уровень глюкозы, галактозы и сорбита создавали введением водного раствора моносахаридов в облучаемую фракцию (время облучения 120 мин) с достижением конечной концентрации 0,46 мМ/мл, 0,86 мМ/мл, 1,59 мМ/мл соответственно, что примерно в 200 раз превышает норму [1]. Активности ферментов СОД, ГП, ГР и уровень общей антиоксидантной активности (ОАОА) измеряли сразу после облучения и определяли по отношению к контролю – необлученной пробе с соответствующей временной экспозицией.

Активность СОД измеряли спектрофотометрическим методом по скорости ингибирования окисления кверцетина [4], ГП – по методу [5], активность ГР – по скорости окисления субстрата НАДФН в среде инкубации [6].

ОАОА измеряли по уровню ингибирования индукции ТБК-активных продуктов [7], а концентрацию белка – микробиуретовым методом.

Результаты и их обсуждение

На рис.1 представлены данные исследования влияния УФ-излучения на показатели антиоксидантной активности ткани хрусталика бычьего глаза. При анализе полученных результатов отмечалось ингибирующее действие УФ-излучения на состояние антиоксидантной системы хрусталика в зависимости от времени экспозиции, причем повреждающая доза для отдельных показателей различная. Так, наиболее чувствительной к УФ-излучению оказалась ГР, снижение активности которой отмечалось уже при 10-минутном облучении (83% по отношению к контролю) с последующей тенденцией к снижению, достигая 59% при 120 мин облучения.

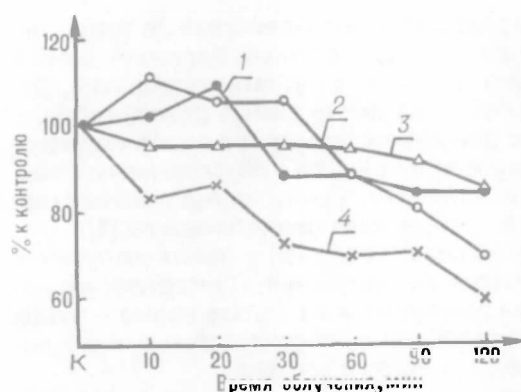


Рис. 1. Влияние УФ-излучения на ферменты антиоксидантной системы хрусталика бычьего глаза:
1 — ОАОП, 2 — СОД, 3 — ГП, 4 — ГР

Менее чувствительной к воздействию УФ-излучения являлась СОД, угнетение которой наблюдалось лишь при 60-минутной экспозиции (88% по отношению к контролю), достигая при 120 мин воздействия 69%. Наиболее устойчивой к данным условиям воздействия оказалась ГП, снижение активности которой отмечалось только при 120 мин облучения.

Параллельно с угнетением активности ферментов отмечалось и снижение уровня ОАОА, включающей в себя и неферментативную часть антиоксидантной системы хрусталика,

главными компонентами которой являются глутатион восстановленный (GSH) и аскорбиновая кислота (АК) [1].

Таким образом, полученные результаты исследований подтверждают имеющиеся в научной литературе сведения об ингибирующем воздействии УФ-излучения на антиоксидантные системы клетки [1–3]. Непосредственное повреждающее воздействие УФ-излучения на активность ферментов может явиться следствием фотодеструктивных изменений в структуре белков антиоксидантных ферментов и в свою очередь оказаться одной из причин интенсификации свободнорадикальных процессов при фотоповреждении хрусталика. В настоящее время в свете фотохимической теории патогенеза старческой катаракты изменения в антиоксидантной системе защиты хрусталика при длительном воздействии УФ-излучения могут явиться пусковым механизмом патологических изменений в хрусталике. Вместе с тем считается, что патогенетические причины этого явления заключаются, по всей видимости, не только в повреждающем воздействии внешних факторов окружающей среды, но и во внутренней предрасположенности организма. Так, известно, что при диабетической катаракте происходит накопление свободной глюкозы в тканях хрусталика, что способствует преобразованию ее по сорбитному пути. В связи с отсутствием механизма вывода из хрусталика сорбита повышение его концентрации приводит к изменению осмотического давления в волокнах хрусталика, что является одним из повреждающих факторов. Вместе с тем известно, что галактозная катаракта сопровождается ингибированием пентозофосфатного пути, являющегося источником восстановительного потенциала клетки [1]. Однако в научной литературе практически отсутствуют сведения о влиянии гипергликемии на состояние антиоксидантной системы хрусталика. В связи с этим представлялось интересным изучить совместное действие УФ-излучения и повышенного уровня моносахаридов на исследуемые показатели антиоксидантной защиты хрусталика бычьего глаза.

Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют об ингибирующем воздействии высоких концентраций моносахаридов на активность СОД, ГП, ГР, однако их влияние не сказывалось на уровне ОАОА хрусталика, причем УФ-облучение проб усиливало ингибирование антиоксидантной ферментативной системы. Обнаруженное снижение активности ферментов в условиях УФ-облучения может быть связано с неферментативным гликозилированием аминокислотных остатков белковой молекулы фермента в условиях гипергликемии, поскольку известен факт неферментативного гликозилирования Cu-Zn-СОД с образованием шиффовых оснований, продуктов Амадори с последующей их полимеризацией [8]. Кроме того, в научной лите-

ратуре имеются данные об усилении процесса гликозилирования белков в присутствии активных форм кислорода и продуктов перекисного окисления липидов [9]. В связи с этим предполагается, что УФ-излучение, инициируя свободнорадикальные процессы, может способствовать гликозилированию белков, их агрегации и изменению структурно-функциональных свойств.

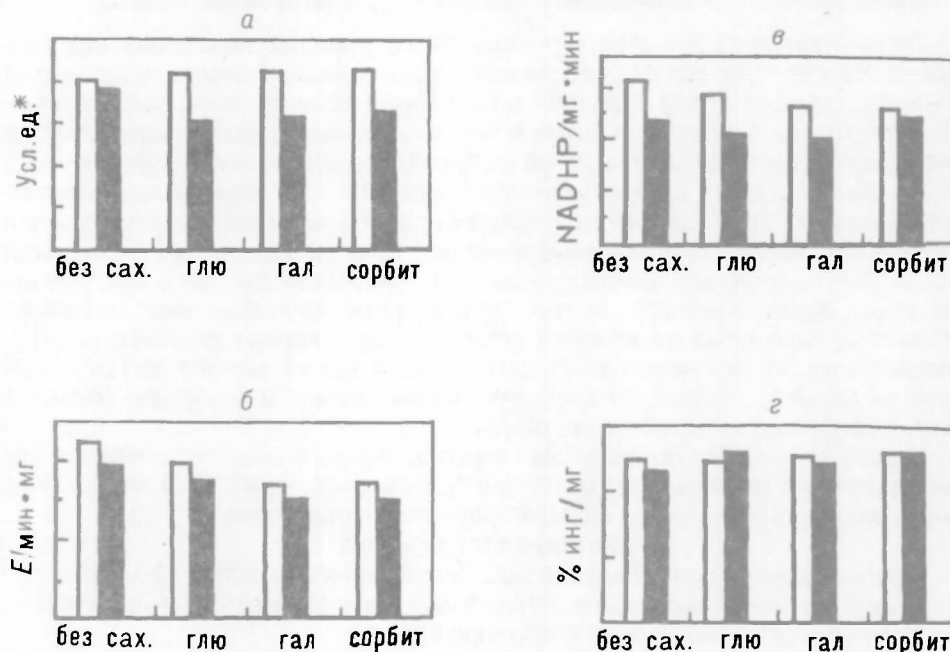


Рис.2. Влияние УФ-излучения на ферменты антиоксидантной системы хрусталика бычьего глаза при высоких концентрациях моносахаридов:

а – СОД, б – ГП, в – ГР, г – ОАОА: не заштрихованный столбец – К, заштрихованный – УФ; * – 1 усл. ед. – 50 % инг/мг

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об односторонности повреждающего действия УФ-излучения и гипергликемии на состояние активности антиоксидантной системы хрусталика, а изменения в метаболическом обмене организма, приводящие к накоплению моносахаридов, могут способствовать ингибированию защитной системы хрусталика, интенсификации свободнорадикальных процессов и являться одной из причин катарактогенеза. Вместе с тем настоящие исследования демонстрируют достаточно высокий восстановительный потенциал антиоксидантной защитной системы хрусталика к фотоповреждению, снижение которого может произойти только при длительном хроническом УФ-облучении и проявиться в ингибировании антиоксидантной системы с возрастом.

1. Мальцев Э. В. Хрусталик. М., 1998.
2. Леус Н. Ф. // Офтальмол. журн. 1985. № 7. С. 430.
3. Ельчанинов В. В., Федорович И. Б. // Биофизика. 1989. Т. 34. № 5. С. 758.
4. Костюк В. А., Потапович А. И. // Вопр. мед. химии. 1990. Т. 136. № 2. С. 88.
5. Переслегина И. А. // Лаб. дело. 1989. № 11. С. 19.
6. Юсупова Л. В. // Лаб. дело. 1989. № 4. С. 19.
7. Демчук М. Л., Левченко Л. В., Промыслов М. М. // Нейрохимия. 1990. Т. 9. № 1. С. 108.
8. Advances in Clinical Chemistry. New York, 1992. Vol. 29. P. 9.
9. Gain Sushil K., Palmer Mekissa. // Free Radic. Biol. and Med. 1997. Vol. 22. N 4. P. 593.

Поступила в редакцию 04.12.98.

РОЛЬ АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ В РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ ПЕЧЕНИ БЕЛЫХ КРЫС

β - and α -adrenergic receptor participated in relation of the glutamate dehydrogenase activity.

До настоящего времени не выяснены пути взаимодействия биогенных аминов на один из основных ферментов азотистого и энергетического метаболизма – глутаматдегидрогеназу (ГДГ, КФ 1.4.1.3.). Ранее было показано, что в условиях хирургической адреналэктомии и при изменении функции надпочечников большими дозами кортизол-ацетата и адреналина обнаружено изменение скорости окислительного дезаминирования глутамата и восстановительного аминирования α -ОГЛ [1]. Однако в литературе практически отсутствуют сведения о возможном участии α - и β -адренергических структур в регуляции активности ГДГ. К настоящему времени получены многочисленные данные о том, что активаторы адренергической системы стимулируют процессы энергетического обмена [2], влияют на метаболизм кетокилот [3], ускоряют глюконеогенез [4], гликогенолиз [4], что, несомненно, должно сказаться на активности ГДГ, стоящей на стыке углеводного и азотистого метаболизмов и играющей большую роль в регуляции энергетического обмена.

Целью настоящего исследования явилось изучение скорости синтеза и дезаминирования глутаминовой кислоты (ГК), катализируемых ГДГ в печени крыс после введения активаторов и блокаторов адренорецепторов.

Материал и методика

Опыты проведены на беспородных белых крысах массой 130–180 г, содержавшихся на стандартном рационе вивария. Исследуемые адренергические препараты вводили по следующей схеме:

первой группе животных – активаторы α - и β -адренорецепторов: адреналин, норадреналин, изопротеренол в дозе 2 мкг/100г;

второй группе животных – блокаторы α - и β -адренорецепторов: фентоламин в дозе 1,25 мг/100г; пропранолол – 200 мкг/100г;

третью группу составили животные, которым адrenomиметические вещества вводили через 20 мин после адреноблокаторов.

Дозы вводимых препаратов были подобраны на основании данных литературы [5]. Контролем служили животные, которым в таком же объеме вводили 0,9% NaCl. Активность аминирующей и дезаминирующей ГДГ определяли в митохондриях печени крыс по методикам, описанным ранее [6], рассчитывали на 1 мг белка, количество которого определяли по Лоури [7]. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что в условиях *in vivo* катехоламины оказывают свое влияние на активность ГДГ. Как видно из таблицы, внутрибрюшинное введение адреналина, специфично взаимодействующего не только с β -, но и с α -адренорецепторами клетки, приводит к достоверному повышению активности дезаминирующей и аминирующей ГДГ на 24% и 19% соответственно. Изопротеренол, синтетический катехоламин, вызывающий избирательную активацию β -адренорецепторов, активировал процесс восстановительного аминирования α -ОГЛ. Норадреналин также вызывал активацию как скорости синтеза, так и дезаминирования ГК в печени крыс.

Полученные нами данные по активации глутаматдегидрогеназной активности катехоламинами согласуются с исследованиями [8], показавшими, что адреналин в малых концентрациях стимулирует активность ферментов, принимающих участие в процессах дезаминирования L-глутаминовой, L-аспарагиновой кислот, что сопровождается усилением глюконеогенеза упомянутых аминокислот.

Известно, что катехоламины регулируют физиологическую активность клеток-мишеней, запуская цепь реакций, протекающих в мембраносвязанной аде-

нилатциклазной системе [9]. Функции митохондрий регулируются катехоламинами через основные внутриклеточные механизмы: повышение содержания ц-АМФ путем стимулирования активности аденилатциклазы через β -адренорецепторы и изменение концентрации ионов Ca^{2+} . Оба механизма могут быть взаимозаменяемыми или последовательными [9]. С одной стороны, ц-АМФ и Ca^{2+} действуют как аллостерические эффекторы, активируя ц-АМФ, зависимую протеинкиназу и кальмодулин соответственно. С другой стороны, установлено, что фосфорные эфиры аденозина (ц-АМФ, АДФ) являются положительными модуляторами ГДГ и помимо активирующего эффекта обладают способностью изменять соотношение реакций синтеза и распада ГК, катализируемых ГДГ [10]. Кроме того, имеются сведения о том, что в механизме усиления дезаминирования L-ГК под действием катехоламинов важную роль играет ускорение протеинкиназной реакции, приводящей к усилению фосфорилирования соответствующих белков, в том числе и ферментов, вовлекающихся в процессы дезаминирования аминокислот [8]. Учитывая, что ГДГ является фосфопротеином и активность ее регулируется путем фосфорилирования и дефосфорилирования [8], можно предположить, что повышение активности ГДГ в митохондриях печени при введении катехоламинов связано с увеличением уровня ц-АМФ, вовлечением протеинкиназной реакции и усилением фосфорилирования ГДГ. Нельзя не учитывать и тот факт, что адреналин существенно повышает концентрацию НАДН и НАДФ, что, несомненно, сказывается на увеличении скорости восстановительного аминирования α -ОГЛ. Также следует принять во внимание, что катехоламины, интенсифицируя окисление α -ОГЛ, сукцината, вызывают повышение концентрации внутримитохондриального Ca^{2+} , активирующая роль которого показана для ГДГ.

Активность НАД⁺- и НАДН-ГДГ в печени белых крыс при введении катехоламинов и адреноблокаторов (нмоль НАД/мг белка/мин)

Серии опытов	НАД ⁺ -ГДГ	НАДН-ГДГ
Контроль 1 (0,9% NaCl)	216,0 ± 4,9	569,1 ± 8,3
Адреналин	267,8 ± 3,9*	677,2 ± 16,5*
Изопротеренол	231,1 ± 1,6*	512,2 ± 9,6*
Пропранолол	178,0 ± 5,1*	504,0 ± 10,7*
Норадреналин	207,5 ± 3,2	670,0 ± 8,7*
Фентоламин	236,1 ± 6,9*	687,1 ± 10,2*
Фентоламин + пропранолол	190,0 ± 2,3*	449,5 ± 10,1*
Контроль 2 (0,9% NaCl + 0,9% NaCl)	190,0 ± 2,2	510,0 ± 2,3
Пропранолол + адреналин	186,2 ± 1,4	408,1 ± 3,5*
Пропранолол + изопротеренол	174,9 ± 4,6*	350,2 ± 8,4*
Фентоламин + норадреналин	193,2 ± 4,6	409,2 ± 18,9*
Фентоламин + пропранолол + адреналин	192,1 ± 4,8	250,2 ± 7,9*

Примечание: * – достоверные изменения при $p < 0,05$

Влияние антагонистов адренорецепторов по сравнению с катехоламинами имело определенные особенности. Введение пропранолола, блокирующего β -адренорецепторы, вызывало снижение как скорости восстановительного аминирования α -ОГЛ, так и окислительного дезаминирования L-ГК (см. таблицу). Данные эффекты связаны с тем, что пропранолол, угнетая сопряженную с β -адренорецепторами аденилатциклазу, приводит к снижению уровня ц-АМФ и процессов энергообразования [11]. Блокада β -рецеп-

торов предотвращала действие изопротеренола на дезаминирующую ГДГ печени, но практически не изменяла эффекта блокатора по отношению к НАДН-ГДГ. Совместное введение адреналина и пропранолола вызывало снятие активирующего действия адреналина на аминирующую и дезаминирующую ГДГ в печени. На фоне совместной блокады α - и β -адренорецепторов адреналин не проявлял присущего ему активирующего действия. Полученные результаты согласуются с данными в литературе о том, что пропранолол предотвращает избыточную стимуляцию β -адренорецепторов катехоламинами, при которой значительно повышается уровень ц-АМФ, что закономерно активирует липазы, фосфолипазы, усиливает процессы перекисного окисления липидов и нарушает функционирование липидзависимых ферментов, рецепторов и каналов ионной проницаемости [11]. Изложенные выше данные позволяют предположить участие β -адренорецепторов в опосредовании влияния катехоламинов на активность НАД⁺ и НАДН-ГДГ в печени крыс.

В связи с тем, что в печени крыс содержатся как β -, так и α -адренорецепторы, представляло интерес изучить активность аминирующей и дезаминирующей ГДГ после введения агонистов и антагонистов α -адренорецепторов. Из таблицы видно, что норадреналин вызывал достоверную активацию процесса восстановительного аминирования α -ОГЛ. Блокада α -рецепторов фентоламином способствовала возрастанию аминирующей и дезаминирующей глутаматдегидрогеназной активности. Изменение функционального состояния α -адренорецепторов значительно сказывалось на активности НАДН-ГДГ. Необходимо отметить, что интенсивность процесса восстановительного аминирования α -ОГЛ в митохондриях была выше при введении фентоламина, чем норадреналина. Фентоламин, взаимодействуя с пресинаптическими α -адренорецепторами, вызывает выброс норадреналина из нервных окончаний, а также адреналина из мозгового слоя надпочечников [12]. Следовательно, изменение активности ГДГ при введении фентоламина, вероятно, обусловлено изменением уровня катехоламинов в организме.

При совместном введении агониста и антагониста α -рецепторов наблюдалось снятие активирующего действия норадреналина на аминирующую ГДГ и возвращение активности дезаминирующей ГДГ к контрольному уровню. Полученные данные позволяют предположить участие α -адренорецепторов в опосредовании действия норадреналина на активность ГДГ. В α -эффектах ц-АМФ не участвует, реализация этих эффектов связана со стимуляцией круговорота фосфоинозитидов и высвобождением Ca^{2+} из внутриклеточных запасов [4,13].

Для более полного ответа на вопрос об участии адренорецепторов в регуляции ГДГ были проведены эксперименты с одновременным введением блокаторов как α -, так и β -рецепторов. Совместное введение фентоламина и пропранолола оказывало на ГДГ действие, аналогичное действию одного β -блокатора (см.таблицу). Если инъекция адреналина вызывала повышение как скорости синтеза, так и дезаминирования Л-ГК, то на фоне совместного введения фентоламина и пропранолола адреналин не проявил присущего ему активирующего действия. Активность дезаминирующей ГДГ снизилась практически до уровня контрольных величин, а аминирующей ГДГ уменьшилась на 51%.

Следует отметить, что некоторые эффекты адренергических препаратов не укладывались в рамки теории адренорецепции. Необходимо учитывать, что адренергические вещества обладают и немедиаторными эффектами. Катехоламины, не связавшиеся с рецепторами, могут проникать как в цитоплазму, так и в ядра клеток печени и головного мозга [14], могут влиять на биоэнергетику митохондрий [2], связываться с нереперторными белками и SH-группами ферментов [15]. Нельзя исключить и прямого действия адренергических препаратов на митохондриальные мембраны. Пропранолол способен связываться с фосфолипидами митохондрий, образуя ароматическим фрагментом связь с гидрофобными областями мембран, норадреналин – с моноаминоксидазой наружной мембраны митохондрий [16]. В работе [5] показано также, что при введении изучаемых препаратов происходит перераспределение митохондриального изофермента аспартатаминотрансферазы – одного из ферментов обмена ГК – между митохондриями и цитоплазмой, свидетельствующее об изменении проницаемости мембран. Катехоламины могут изменять свойства и внутренней мембраны митохондрий [17], стимулируя через β -рецепторы ц-АМФ-зависимым путем трансдегидрогеназу – интегральный белок внутренней мембраны. ГДГ обладает способностью специфически взаимодействовать с внутренней митохондриальной мембраной, вследствие чего изменяются кинетические характеристики фермента [18]. Поэтому одним из факторов, опосредующих изменение активности ГДГ при регуляции катехоламинами, может являться внутренняя мембрана митохондрий. Ранее получены данные в пользу существенной роли внутренней мембраны в механизме активации НАД-изоцитратдегидрогеназы катехоламинами, глутаминазы – глюкагоном [9].

Таким образом, результаты, представленные в данной работе, подтверждают возможность регуляции активности аминирующей и дезаминирующей

ГДГ в печени крыс через α - и β -адренорецепторы, а также немедиаторным путем.

1. Черкасова Л. С., Пикулев А. Т. Метаболические сдвиги в митохондриях облученного организма, связанные с циклом трикарбоновых кислот. Мн., 1977
2. Саакян И. Р., Камалян Р. Г. // Тез. докл. Всесоюз. биохим. съезда. М., 1986. Т.3. С.62
3. Ochs R. // I. Biol Chem. 1984. Vol.259. № 21. P 13004.
4. Jorek M. // Biochem. et biophys. acta. 1982. Vol.632. №4. P.517.
5. Шолух М. В., Пикулев А. Т. // Вопр. мед. химии. 1976. Т.22. №4. С.482.
6. Пикулев А. Т., Зырянова Т. Н. // Радиобиология. 1984. Т.24. №1. С.29
7. Lowry O. H. // J. Biol. Chem. 1951. Vol.193. P 265.
8. Оганесян А. С. // Биол. журн. Армении. 1982. №5. С.497.
9. Taussig R., Gilman A. // J. Biol. Chem. 1995. Vol.270. №1. P1
10. Gonzalez M. P. // Clenc. biol. 1981. Vol.6. №2. P 151.
11. Девяткина Т. А. // Вопр. мед. химии. 1990. Т.36. №4. С.78.
12. Комиссаров И. В. // Фармакол. и токсикол. 1980. №2. С.230.
13. Lepretre N., Mironnean I. // J. Pharmacol. and Exp. Ther. 1994. Vol.68. №1. P.167
14. Божко Г. Х., Краева В. С. // ДАН УССР. 1983. №9. С.58.
15. Shaw L. // Biochem. Pharmacol. 1987. Vol.36. №14. P.2283.
16. Williams S. // Mol. and Cell Biochem. 1995. Vol.149. P.217.
17. Медведев А. Е. // Вопр. мед. химии. 1994. Т.40. №1. С.7.
18. Pour-Rahimi F. // Int. J. Biochem. 1987. Vol.19. №1. P.53.
19. Медведев А. Е., Труфанова Л. В. // Вопр. мед. химии. 1994. Т.40. №4 С.11.

Поступила в редакцию 10.12.98.

УДК 581.2.02

С.Н. ЕПИМАШКО, В.М. ЮРИН

ДЕЙСТВИЕ ТРИАЗИНОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ НА АКТИВНОСТЬ АТФ-азы И ПИРОФОСФАТАЗЫ ТОНОПЛАСТА

The effects of 3 triazine herbicides (atrazine, prometryne, simazine) on ATP- and PPi- dependent proton gradient development and ATP-hydrolysing activity by tonoplast-enriched vesicles isolated from leaves of *Nicotiana tabacum* plants were investigated. All triazine disrupted proton gradient formation across vesicles in both cases (ATP- and PPi-dependent) at the concentration higher than 0,1 mM. Half-maximal inhibition concentration (I_{50}) for these compounds were evaluated. However, triazine did not affect significantly the ATP-hydrolysing activity by tonoplast vesicles at any concentration tested (0,02 – 1 mM). We suggest that triazine herbicides inhibited tonoplast proton pumps indirectly by increasing passive proton leakage across membrane vesicles.

Симметричные триазины являются эффективными блокаторами транспорта электронов фотосистемы II мембран тилакоидов и широко применяются в современном сельском хозяйстве как селективные гербициды для борьбы с двудольными сорняками [1]. Однако все чаще появляются научные сообщения о способности соединений триазинового ряда ингибировать транспорт аминокислот, сульфатов, калия как у чувствительных, так и устойчивых к ним растений [2–4]. Такой эффект может быть обусловлен либо прямым воздействием сим-триазинов на транспортные белки или (и) структуру мембран, либо ингибированием протонных помп плазмалеммы и тонопласта, которые создают движущую силу в виде протонного градиента для ряда транспортных систем на клеточных мембранах. Большинство существующих методик, тест-объектами которых являются ткани или целые растительные клетки, не позволяют однозначно решить этот вопрос, поскольку действие гербицидов в этом случае может быть опосредовано через нарушение процессов синтеза АТФ, мембранных белков и липидов. Тем более, что триазины легко проникают путем пассивной диффузии через клеточные мембраны и быстро достигают концентрационного равновесия с внешней средой [5, 6]. В этой связи уникальную возможность для изучения воздействия различных ксенобиотиков, в том числе и гербицидов, на функционирование протонных помп различных мембран клеток растений предоставляет техника получения мембранных везикул, способных поддерживать градиент ионов водорода, сформированный протонными помпами [7].

В настоящей работе было исследовано действие трех сим-триазиновых гербицидов в широком диапазоне концентраций на активный транспорт прото-

нов, осуществляемый тонопластными АТФ-азой и пирофосфатазой, а также на интенсивность АТФ-гидролиза тонопластных везикул, выделенных из листьев *Nicotiana tabacum*.

Материал и методика

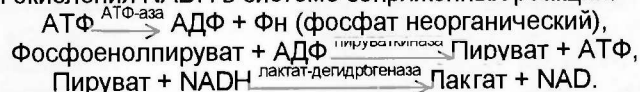
Растения табака выращивались в течение 7–8 недель в ростовой камере на кварцевом песке. В качестве питательного раствора для полива использовалась модифицированная среда Хогланда (5 мМ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 3 мМ KH_2PO_4 , 1 мМ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 мМ $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,05 мМ KCl , 0,025 мМ H_3BO_3 , 0,002 мМ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,002 мМ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0005 мМ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,0005 мМ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,02 мМ Fe-EDTA (этилендиаминтетрауксусная кислота)). Условия культивирования были следующими: 14/10 ч (день/ночь), 28°C / 20°C температура (день/ночь), 60% / 80% влажность воздуха (день/ночь).

Для изолирования тонопластных везикул использовались неповрежденные листья растений табака 7–8-недельного возраста. Срединная жилка удалялась, и 20 г листьев гомогенизировались (Braun Mixer Germany) 30 с в 90 мл раствора, содержащего 100 мМ трицина, 300 маннита, 3 EDTA, 3 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 мМ DTT (1,4-дителиотрайтол), 0,5% поливинилпирролодона-40, 1 мМ бензамидина, 0,001 мМ леупептина (pH = 8). Гомогенат отфильтровывался через 4 слоя нейлоновой ткани. После центрифугирования в течение 10 мин при 4200 g 28 мл супернатанта были подслоены 8 мл раствора, содержащего 24% сахарозы, 2 мМ DTT, 1 мМ бензамидина, 0,001 мМ леупептина (pH = 7,5), и содержимое центрифугировалось еще в течение 90 мин при 4 °C и 150 000 g (SW-28 rotor, Beckman, Munich, Germany). Образовавшийся между сахарозной подушкой и надосадочной жидкостью непрозрачный слой был отобран и разбавлен 1:1 раствором, содержащим 50 мМ HEPES (N-[2-гидроксиэтил] пиперазин- N - [2-этансульфоновая кислота]), 3 мМ MgSO_4 , 1 мМ DTT, 1 мМ бензамидина, 0,001 мМ леупептина (pH = 7,0). Смесь центрифугировалась 30 мин при 4 °C и 300 000 g (50 Ti-rotor, Beckman, Munich, Germany). Образовавшиеся пеллеты (тонопластные везикулы) были ресуспендированы в растворе, содержащем 40% глицерина, 3 мМ MgSO_4 , 1 DTT, 10 мМ HEPES-KOH, pH 7,0, немедленно заморожены в жидком азоте и сохранялись до использования при –75 °C.

Концентрация белка в полученных мембранных везикулах определялась фотометрически при 624 нм по Попову [8] с использованием амида черного (Merck, Darmstadt, Germany) и бычьего альбумина в качестве стандарта.

Для проверки однородности полученных тонопластных везикул был проведен тест на интенсивность специфического АТФ- и пирофосфатного (ПФ) гидролиз. Интенсивность гидролиза определялась колориметрически по количеству высвобожденного неорганического фосфата, образующего синий восстановленный комплекс с молибдатом [9]. По данным варьирования pH и по добавлению различных специфических ингибиторов (бафиломицин для тонопластной АТФ-азы, ванадат – для плазмалеммной, азид натрия – для митохондриальной) и стимуляторов (хлорид калия для тонопластных АТФ-азы и пирофосфатазы) была оценена доля различных мембранных фракций в полученных везикулах.

Для регистрации возникновения протонного градиента и происходящего вследствие этого закисления внутривезикулярного пространства служил акридиноранж. При снижении pH внутри мембранных везикул происходило уменьшение поглощения света акридиноранжем при 495 нм как результат “quenching” [10]. Скорость гидролиза АТФ определялась также спектрометрически при 340 нм по скорости окисления NADH в системе сопряженных реакций:



Гербициды триазиновой группы (атразин, прометрин, симазин) в виде 1%-го спиртового раствора вводились в раствор, содержащий мембранные везикулы, а транспорт протонов инициировался при добавлении MgCl_2 . Конечный состав раствора в измерительной кювете был следующим: 37,5 мМ MOPS (3-[N-мор-

фолино] пропансульфоновая кислота) – ВТР (1,3- бис (трис [гидроксиметил] метиламинопропан)) (рН = 7,5), 112,5 мМ КСl, 0,75 мМ ДТТ, 1 мМ азид натрия, 0,02 акридиноранжа, 1 фосфоенолпирувата, 2 мМ АТФ 0,25 мМ NADH, пируваткиназа, лактатдегидрогеназа, 17,8 мМ MgCl₂, тонопластные везикулы в расчете 0,25 мг белка на 1 мл реакционного раствора, гербициды в диапазоне концентраций от 0,02 до 1 мМ. Начальная скорость протонного транспорта (ΔA_{495} нм/ч/мг белка) без и в присутствии гербицида рассчитывалась по наклону линейной части кривой экстинкции при 495 нм, начальная скорость гидролиза АТФ (мкмоль Фн/ч/мг белка) – при 340 нм. Доля тонопластной АТФ-азы в общем АТФ-зависимом протонном транспорте на мембране везикул определялась при добавлении специфического блокатора АТФ-аз вакуолярного типа – бафиломицина. Контрольный вариант содержал 1%-ный раствор спирта.

Результаты и их обсуждение

Обнаружено, что все три гербицида действовали сходным образом как на АТФ- и ПФ-зависимый транспорт протонов, так и на интенсивность гидролиза АТФ. Из рис. 1а видно, что атразин, прометрин и симазин в диапазоне концентраций от 0,02 до 0,1 мМ еще не выявляли заметного действия на АТФ-зависимый протонный транспорт. Следует упомянуть, что в экспериментах, проведенных на тонопластных и плазмалеммных везикулах из корней ячменя [11], при единственной исследованной концентрации атразина (0,1 мМ) также не наблюдалось изменений в формировании и поддержании протонного градиента везикулами.



Рис. 1. Концентрационная зависимость действия триазиновых гербицидов на АТФ-зависимый (а) и ПФ-зависимый (б) транспорт протонов:

1 – атразин; 2 – прометрин; 3 – симазин; К – контроль: 1%-ный спиртовой раствор. Каждая точка является средним значением $\pm$ стандартное отклонение из трех независимых опытов

По сравнению с концентрациями, при которых происходило полумаксимальное ингибирование АТФ-зависимого транспорта протонов (I_{50}), действие прометрина выражено сильнее, чем других триазинов (I_{50} прометрина = 0,30 мМ, I_{50} атразина = 0,47 мМ). Симазин вызывал подобный эффект только при 1 мМ-ной концентрации в реакционной кювете.

Аналогичным было действие атразина, прометрина и симазина на скорость ПФ-зависимого протонного транспорта (рис. 1 б). I_{50} для прометрина находилась в области 0,23 мМ, для атразина – 0,35 мМ, для симазина 0,36 мМ.

При этом же порядке концентраций (0,14 мМ) атразина и некоторых продуктов его биodeградации наблюдалось 15–20%-ное ингибирование поглощения калия у кукурузы, ячменя и гороха [2]. Очевидно, такой эффект и был вызван действием этих соединений на протонные помпы плазмалеммы и тонопласта, что привело к нарушению электрохимического градиента и как следствие – транспорта ионов калия через эти мембраны.

Различия в величинах I_{50} для атразина, прометрина и симазина связаны, по-видимому, со строением боковых цепей в молекулах триазинов. Так многие авторы отмечают, что фитотоксичность триазинов зависит от длины алкильных радикалов, причем изопропильные группы более токсичны по сравнению с этильными [12, 13]. Что касается действия этих соединений на транспорт ио-

нов, то в экспериментах с ингибированием поглощения калия триазины без изопропильных групп вообще не вызывали заметного эффекта [2]. В наших исследованиях прометрин (две изопропильные боковые группы) также был заметно активнее по отношению к атразину (одна изопропильная и одна этильная группы), а симазин (две этильные группы) отличался наименьшей активностью в ингибировании АТФ- и ПФ-зависимого транспорта протонов.

В целом триазины во всех изученных концентрациях не вызывали статистически достоверного изменения как общего, так и бафиломицин-чувствительного АТФ-гидролиза. На рис. 2 в качестве примера показана концентрационная зависимость действия прометрина на скорость АТФ-гидролиза.

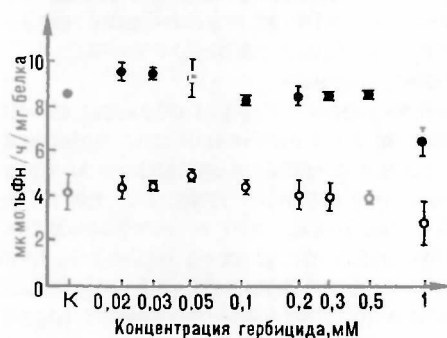


Рис. 2. Концентрационная зависимость действия прометрина на активность АТФ-гидролиза. — общий АТФ-гидролиз; ○ — бафиломицин-чувствительный АТФ-гидролиз; К — контроль: 1%-ный спиртовой раствор. Каждая точка является средним значением $\pm$ стандартное отклонение из трех независимых опытов

Принимая во внимание неспецифичность действия исследованных *сим*-триазинов на протонные помпы, которое выражается в сходном характере их действия как на АТФ- и ПФ-зависимый транспорт протонов, так и на общий и бафиломицин-чувствительный гидролиз АТФ, можно прийти к заключению, что исследованные гербициды ингибируют активный транспорт протонов, увеличивая пассивную проницаемость мембран к ионам водорода. По крайней мере, хорошо известно действие триазиновых гербицидов в повышенных концентрациях как разобщителей фосфорилирования [1]. Действие разобщителей фосфорилирования связано с нарушением

процессов формирования градиента рН за счет увеличения проницаемости мембран к ионам водорода. Считается, что разобщающее действие *сим*-триазинов проявляется при концентрациях приблизительно в 10 раз больших, чем необходимо для подавления фотосинтеза. Поэтому 50%-ные эффекты нарушения фосфорилирования в митохондриях и хлоропластах должны наблюдаться при 0,001 мМ прометрина, 0,01 — 0,04 мМ симазина и 0,0025 — 0,01 мМ атразина. В наших экспериментах сохраняется та же качественная последовательность в активности гербицидов, хотя 50%-ное ингибирование транспорта ионов водорода наблюдалось при более высоких концентрациях, что, очевидно, связано с низкой чувствительностью мембранных везикул по сравнению с нативными клеткой и органеллами.

Таким образом, гербициды триазиновой группы (атразин, прометрин, симазин) оказывают неспецифическое действие на тонопластные АТФ-азу и пирогидрофосфатазу. Выраженное ингибирование АТФ- и ПФ-зависимого протонного транспорта этими соединениями указывает на то, что они действуют как разобщители АТФ- и ПФ-гидролиза и протонного транспорта, увеличивая проницаемость мембраны к ионам водорода. Причем степень проявления ингибирующего эффекта зависит от строения боковых алкильных групп в молекулах триазинов.

1. Федке К. Физиология и биохимия действия гербицидов. М., 1985. С. 35.
2. Giardina M. C., de Agazio M., Giardi M. T., Buffone R. // Pest. Biochem. and Physiol. 1983. Vol. 19. P. 11.
3. Ferrari G., Nardi S., Cacco G., Dell Agnolla G. // Physiol. Plant. 1981. Vol. 52. P. 29.
4. Truelove B., Jones L. R., Davis D. E. // Weed Sci. Vol. 21. 1973. P. 24.
5. Nelson E. Balke, Thomas P. Price // Pest. Biochem. and Physiol. 1988. Vol. 30. P. 228.
6. Tracy M., Sterling // Weed Sci. Vol. 42. 1994. P. 263.
7. Sze H. // Ann. Rev. Plant Physiol. 1985. Vol. 36. P. 175.
8. Popov. N., Schmitt M., Schulyeck S., Matthies H. // Anal. Biol. Med. Ger. 1975. Vol. 34. P. 1441.
9. Ames B. N. // Methods Enzymol. 1966. P. 115.
10. Palmgren H. // Plant Physiol. 1990. Vol. 94. P. 882.
11. Ratterman D. M., Nelson E. Balke // Pest. Biochem. and Physiol. 1988. Vol. 31. P. 221.
12. Kaufman D. D., Blake J. // Sol. Biol. Biochem. 1970. Vol. 2. P. 73.
13. Giardina M. C., Giardi M. T., Filacchioni // Agr. Biol. Chem. 1980. Vol. 44. P. 2067.

Поступила в редакцию 18.11.99.

ОСОБЕННОСТИ ГНЕЗДОВАНИЯ УШАСТОЙ СОВЫ (*ASIO OTUS L.*) В СЕВЕРНОЙ БЕЛАРУСИ

In Vitebsk region during 1984–1998 years 66 live nest of long-eared owl were investigated. In this period the productivity compared in average $2,4 \pm 1,77$ fledglings per active nest. Breeding success compared 85,7%. The number of long-eared in Vitebsk region has great fluctuations.

Ушастая сова в Беларуси является самым многочисленным видом сов и ее численность оценивается в 12–20 тыс. гнездящихся пар [1]. Несмотря на то, что этот широко распространенный вид играет важную биоценотическую роль, в литературе практически отсутствуют сколько-нибудь значимые публикации, посвященные этому виду. В последней наиболее полной библиографии по птицам Беларуси за период 1830–1997 гг. [1] нам удалось обнаружить только две специальные статьи. В первом случае украинские коллеги собрали небольшой материал в одном пункте Гомельской области [2], а во втором – А.Н. Иванютенко [3] провел наблюдения по экологии ушастых сов на окраине Минска.

Материал и методика

Материал по гнездовой экологии ушастой совы был собран автором на территории Витебской области в 1984–1998 гг.* За этот период было обследовано 66 жилых гнезд, промерено 49 яиц, окольцовано 156 птиц. Гнезда обследовались 1–3 раза за гнездовой сезон: в период кладки, в период вылупления птенцов и незадолго до вылета молодых птиц из гнезд. Основные наблюдения проведены на стационарах «Дымовщина» и «Вальки» в Витебском районе. «Дымовщина» представляет собой старые выработанные торфокарьеры: чередование узких (2–3 м) торфяных бровок, поросших отдельными березами и соснами, и заполненных водой каналов, частично заросших тростником и моховой сплавной. Участок локализован среди сельхозугодий, окружен глубоким обводным каналом и имеет площадь около 137 га. Стационар «Вальки» – полоса сфагнового сосняка высотой 3–7 м, шириной 70 м и длиной 2 км. Участок со всех четырех сторон также окружен очень глубокими мелиоративными каналами, которые отделяют его с юга и запада от полей, а с севера и востока от действующего торфоучастка «Глоданский Мох» и верхового болота.

Пара птиц считалась размножавшейся (активное гнездо), если приступила к откладке яиц. Гнездование считалось успешным, если пара вырастила хотя бы одного слётка (успешное гнездо). Средняя продуктивность рассчитывалась как частное от деления суммарного количества слётков на количество активных гнезд, судьба которых известна. Слётками считались не только молодые птицы, покинувшие гнездо, но и птенцы за неделю до вылета. Успех размножения рассчитывался как процентное отношение успешных случаев гнездования к количеству активных гнезд, судьба которых известна.

Результаты и их обсуждение

Оба стационара характеризуются тем, что здесь в массе гнездятся серые вороны, их ежегодный гнездовой парк составляет от 40 до 50 гнезд. Такое сочетание охотничьих биотопов и достаточного количества свободных гнезд врановых (серая ворона, сорока, ворон) привлекает сюда на гнездовье мелких пернатых хищников. В годы пика численности мышевидных грызунов на каждом из стационаров гнездится до 10 пар ушастых сов и 10 пар пустельги, основу питания которых составляют полевки рода *Microtus*. Кроме того, обилие сво-

* В полевых работах по сбору материала оказывали помощь орнитологи-любители И. Башкиров, А. Бучкин, В. Коваленок, С. Усов и Д. Шамович, за что автор приносит им искреннюю благодарность.

бодных гнезд врановых и наличие рядом крупного верхового болота «Глоданский Мох» (станционар «Вальки»), а также стационара «Дымовщина», который с некоторыми приближениями можно отнести к верховому болоту определенной стадии развития, привлекает на гнездовые сокола дербника. На стационаре «Вальки» ежегодно гнездится до трех пар дербников, на стационаре «Дымовщина» – одна-две пары. Биотопическое размещение гнезд ушастой совы представлено в табл. 1.

Таблица 1

Биотопическая приуроченность гнезд ушастой совы в Витебской области

Биотоп	Количество случаев	
	абс. число	%
Заброшенные торфоразработки	39	59
Перелески среди сельхозугодий	8	12
Край верхового болота	6	9
Заросли кустарников среди агроландшафта	6	9
Опушки островных лесов	4	6
Кладбища	1	2
Одиночные деревья среди полей и насаждения вдоль дорог	2	3
Итого:	66	100

Следует отметить, что в целом в природе биотопическое распределение является, по-видимому, несколько иным, ибо в нашем случае не мог не сказаться характер выбранных стационаров. Из 66 гнезд, занятых ушастыми совами, 83% принадлежало серой вороне и 17% – сороке (причем предпочтение отдавалось постройкам с разрушенной крышей). На опушке островного леса 26.04.97г. у г.п.Яновичи осмотрено на ели прошлогоднее гнездо серой вороны, занятое ушастой совой. Даль-

ний от ствола дерева разрушенный край гнезда имел явные следы ремонта, который был выполнен зелеными веточками ели.

Больше всего занятых гнезд было расположено на соснах (80%), затем на ивах (13%), елях (3%), березах и черемухе (по 2%). Высота расположения гнезд колебалась от 3 до 17 м, в среднем ($p=40$) $5,9 \pm 2,47$ м.



Фенология размножения ушастой совы в Витебской области в 1984–1998 гг.:

1 – насиживание кладки; 2 – выкармливание птенцов в гнезде; 3 – докармливание слетков в гнездовом участке

Самое раннее начало кладки отмечено 4 марта (рисунок), а самое позднее – 26 мая, т.е. период гнездования, включая, по всей видимости, и повторные кладки, длится 2,7 месяца.

По многолетним наблюдениям средняя дата начала кладки приходится на 15 апреля. В кладках ($n=31$) от 3 до 7 яиц (табл. 2), в среднем $5,19 \pm 1,16$ на кладку.

Таблица 2

Величина кладок и выводков ушастой совы в Витебской области (частота встреч, %)

Тип гнезда	Количество яиц и птенцов						
С кладкой ($n=31$)	–	–	10	16	32	29	13
С вылупившимися птенцами ($n=30$)	–	3	17	20	27	30	3
С птенцами накануне вылета ($n=24$)	4	55	4	21	8	8	–

В одном случае при повторной кладке отмечено 2 яйца. Размеры яиц ($n=49$) $37,9 - 45,8 \times 31,0 - 33,6$ мм, в среднем $41,11 \pm 1,87 \times 32,39 \pm 0,72$ мм; максимальные размеры яиц $45,8 \times 32,0$ и $40,2 \times 33,6$ мм; минимальные размеры $37,9 \times 32,0$ и $43,7 \times 31,0$ мм.

По данным А.Н. Иванютенко [3], интервал откладки яиц – 2 дня. Этот

же автор отмечает начало повторной кладки через 6 дней после разорения первой.

Насиживание кладки 27–28 сут. Вылупление птенцов отмечено между 2 апреля и 24 июня. В выводках ($n=30$) с недавно вылупившимися птенцами было от 2 до 7 птенцов (см.табл. 2), в среднем $4,73 \pm 1,25$ птенца на выводок. Отход яиц, включая «болтуны», составляет около 9%.

В самых ранних выводках старшие птенцы начинают покидать гнезда и выбираться на ветки гнездового и соседних деревьев уже 28 апреля, а в самых поздних выводках только 19 июля. Этот процесс у большинства выводков приходится на 4 июня. В неразбившихся выводках ($n=24$) учтено от 1 до 6 слётков, в среднем $3,0 \pm 1,44$ слётка на каждое успешное гнездо и $2,4 \pm 1,77$ слётка на каждое активное гнездо ($n=30$), судьба которых известна. Отход птенцов на каждое успешное гнездо составил в среднем около 36%. Основной причиной гибели птенцов в тех гнездах, где выводки не погибли полностью, является каннибализм. Птенцы выкармливаются в гнездах 24–26 сут.

Успех размножения, рассчитанный по 42 исследованным гнездам, составил за весь период 85,7% (36 успешных гнездовых попыток). Основными причинами гибели кладок и птенцов является разорение гнезд человеком, врановыми и хищными птицами (ястребом-тетеревятником и болотным лунём). Данные о продуктивности и успехе размножения ушастых сов в разные годы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Средние показатели продуктивности и успеха размножения ушастой совы в Витебской области в 1990–1998 гг.

Годы	Количество слётков на активное гнездо		Успех размножения, % (n)
	lim	$\bar{x} \pm SD (n)$	
1990	0-3	$1,5 \pm 2,12(2)$	67(3)
1991	2-4	$3,0 \pm 1,41(2)$	100(3)
1992	> 2	?	100(2)
1993	2-5	$3,5 \pm 2,12(2)$	100(3)
1994	0-4	$1,2 \pm 1,78(5)$	40(5)
1995	2	2,0 (2)	100(2)
1996	0-6	$4,14 \pm 2,26(7)$	93(14)
1997	0-3	$1,4 \pm 1,34(5)$	65(6)
1998	0-3	$1,5 \pm 1,29(4)$	75(4)

За период исследований окольцовано 146 птенцов и 10 взрослых птиц. Отлов взрослых птиц производился сетью-шатром [4], в качестве приманки применялись сизые голуби. Получено 2 возврата или 1,3 % от числа окольцованных птиц. Одна птица, окольцованная птенцом 11.07.85 г. в Бешенковичском районе, отловлена 29.10.86 г. в Чехословакии (~ в 1080 км на юго-запад от места рождения). Вторая птица, также окольцованная птенцом в гнезде 21.06.96 г. в окрестностях Витебска, найдена погибшей 23.05.97 г. в Англии (~ в 1860 км к западу-юго-западу от места рождения). Эти факты свидетельствуют о том, что ушастая сова не является оседлым видом [5,6] для Беларуси.

Популяция ушастой совы в Витебской области нестабильна и колеблется в зависимости от численности обыкновенной полевки (*Microtus arvalis*) – основной добычи этого вида [2,5,7].

По данным, полученным на стационарах, колебания численности гнездящейся части популяции ушастой совы в Витебской области могут составлять в отдельные годы до 80%.

1. Никифоров М.Е., Козулин А.В., Гричик В.В., Тишечкин А.К. Птицы Беларуси на рубеже XXI века: статус, численность, распространение. Мн., 1997.
2. Марисова Н.В., Самофалов М.Ф., Чворда С.В. // Проблемы региональной экологии животных в цикле зоологических дисциплин педвуза: Тез. докл. Витебск, 1984. Ч.1. С.113.
3. Иванютенко А.В. // Материалы 10-й Всесоюзной орнитологической конференции: Стендовые сообщения. Мн., 1991. Ч.2. Кн. 1. С.240.
4. Ивановский В.В. // Методы изучения и охраны хищных птиц (метод. рек.). М., 1990. С. 51.
5. Гаврилов Э.И. и др. Птицы России и сопредельных регионов: Рябкообразные – совообразные. М., 1993.
6. Федюшин А.В., Долбик М.С. Птицы Белоруссии. Мн., 1967.
7. Воронцовский В.И. Популяционная экология ушастой совы (*Asio otus* L.) в антропогенных ландшафтах Центральной России: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1996.

Поступила в редакцию 05.01.99.

К ВИДОВОМУ СОСТАВУ ЖУКОВ-ДОЛГОНОСИКОВ (Coleoptera: Curculionoidea) БЕРЕЗИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Information about occurrence, trophic connections and biotopical preference of 100 species of weevils have been found on the territory of the Berezinsky State Biosphere Reserve is presented in this paper.

Фауна жесткокрылых насекомых Березинского государственного биосферного заповедника изучается сравнительно недавно [1–9].

Территория заповедника входит в подзону широколиственно-еловых (дубово-темнохвойных) лесов Евроазиатской таежной зоны. Здесь встречаются естественные лесные и безлесные болота, формации бореальных хвойных, широколиственных, лиственных болотных и лиственных вторичных лесов, а также такие уникальные природные комплексы, как коренные девственные сосновые, черноольховые и пушистоберезовые болотные леса.

Несмотря на разнообразие растительного покрова этого региона, данные по такой обширной группе фитофагов, как жуки-долгоносики, сводились только к указанию количества экземпляров или общего числа видов.

Единственный список по данной группе, включающий 45 видов, был приведен в оперативно-информационном материале в 1989 г. [6], который явно не отражает реального видового состава.

Данная работа основана на материале, собранном автором в Березинском государственном биосферном заповеднике в 1994–1995 г., а также на материале, предоставленном научными сотрудниками А.О. Лукашуком (Березинский государственный биосферный заповедник), А.А. Дерунковым и В.М. Гуриным (Зоологический институт НАН РБ, г. Минск).

Автор выражает глубокую признательность Б.А. Коротяеву (Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург) за помощь в определении материала.

Семейство *Apionidae*

1. *Apion* (*Protapion*) *apricans* Herbst, 1797. Многочислен, встречается во всех ландшафтах. Монофаг на *Trifolium pratense*.
2. *A.* (*Protapion*) *assimile* Kirby, 1808. Довольно редок, собран в березняке на *Trifolium* sp.
3. *A. astragali* (Paykull, 1800). Редок, встречается по опушкам и окраинам лесных дорог.
4. *A.* (*Oxiystoma*) *cerdo* Gerstaecker, 1854. Обычен. Лиственные леса, опушки. На *Vicia cracca*.
5. *A.* (*Thymapion*) *elongatum* Germar, 1817. Редок, на *Salvia* sp.
6. *A.* (*Protapion*) *fulvipes* (Geoffroy, 1785) (= *flavipes* (Paykull, 1792)). Многочислен. Часто на клеверах.
7. *A.* (*Thymapion*) *hoffmanni* Wagner, 1930. Очень редок, собран (3 экз.) на *Thymus* sp.
8. *A.* (*Leptapion*) *loti* Kirby, 1808. Редок, встречается на луговых склонах на *Lotus* sp.
9. *A.* (*Aspidapion*) *radiolus* Kirby, 1808. Обычен, в рудеральном комплексе на *Malva* sp.
10. *A. rubens* Stephens, 1839. Обычен, встречается на *Rumex acetosella* и *Teucrium* sp.
11. *A.* (*Catapion*) *seniculus* Kirby, 1808. Многочислен, встречается во всех биотопах на разных клеверах.
12. *A.* (*Trichapion*) *simile* Kirby, 1811. Многочислен, особенно в березняках.
13. *A. sulcifrons* Herbst, 1797. Многочислен, встречается во всех биотопах.
14. *A.* (*Eurichapion*) *viciae* Paykull, 1800. Обычен, встречается на лесных опушках, в поймах рек на *Vicia cracca*.

15. *A. (Perapion) violaceum* Kirby, 1808. Редок, встречается на лесных опушках, на *Rumex acetosa*.
16. *A. (Perapion) sedi* Germar, 1818. Очень редок, (1 экз.) в сосняке.
17. *A. (Taenapion) urticarum* Herbst, 1784. Обычен, встречается на *Urtica*.
18. *Nanophyes marmoratus* Goeze, 1777. Редок, встречается на пойменных лугах, на *Lythrum salicaria*.

Семейство *Curculionidae*

19. *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается в кошениях по розоцветным, в почвенных ловушках.
20. *O. scaber* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается в сосняках и ельниках.
21. *O. tristis* (Scopoli, 1763). Обычен, встречается в кошениях по травостой с *Rumex* sp. и *Vicia* sp.
22. *Trachyploeus aristatus* (Gyllenhal, 1827). Довольно редок, собран (3 экз.) под дубом.
23. *Phyllobius arborator* (Herbst, 1797). Многочислен, встречается в березняках и осинниках.
24. *Ph. argentatus* (Linnaeus, 1758). Многочислен, встречается на опушках леса на березе, в березняках и осинниках.
25. *Ph. calcaratus* (Fabricius, 1792). Обычен, встречается в березняках и осинниках.
26. *Ph. maculicornis* Germar, 1824. Многочислен, встречается на молодых березах, дубе, ольхе.
27. *Ph. oblongus* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается на лиственных деревьях.
28. *Ph. pyri* (Linnaeus, 1758). Многочислен, встречается на ивах, березе, осине, молодых дубах.
29. *Ph. virideaeris* (Laicharting, 1781). Довольно редок, собран в березняке.
30. *Polydrusus cervinus* (Linnaeus, 1758). Очень редок, (1 экз.) в травостое у дороги.
31. *P. pallidus* (Gyllenhal, 1835). Довольно редок, встречается в сосняках (4 экз.).
32. *P. ruficornis* (Bonsdorff, 1785). Многочислен, встречается на ольхе, реже осине и березе.
33. *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff, 1785). Многочислен, встречается в сосняках, ельниках, березняках, на дубе, иве, крапиве, малине.
34. *Scyaphilus asperatus* (Bonsdorff, 1785). Обычен, встречается во всех биотопах.
35. *Brachyderes incanus* (Linnaeus, 1758). Редок, встречается в сосняках на земле.
36. *Strophosoma capitatum* (Degeer, 1775). Многочислен, встречается в сосняках, лиственных лесах.
37. *Chlorophanus viridis* (Linnaeus, 1758). Обычен, на *Salix* sp., *Alnus* sp.
38. *Sitona ambiguus* Gyllenhal, 1834. Редок, встречается в кошениях. на *Lathyrus* sp.
39. *S. griseus* (Fabricius, 1775). Обычен, встречается на бобовых.
40. *S. lineatus* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается на бобовых (*Trifolium*, *Medicago*, *Lotus*, *Vicia*).
41. *S. macularius* (Marsham, 1802). Обычен, встречается в различных биотопах, на бобовых.
42. *S. ononidis* Sharp, 1866. Довольно редок, собран в кошение по травостой в пойме реки.
43. *Lixus bardanae* (Fabricius, 1787). Редок, собран на заливном лугу, на *Rumex* sp.
44. *L. iridis* Olivier, 1807. Довольно редок, собран (1 экз.) на крестоцветных у реки. По данным литературы жук развивается на зонтичных [2].
45. *L. paraplecticus* (Linnaeus, 1758). Редок, собран на суходольном лугу, на зонтичных.

46. *Hypera arator* (Linnaeus, 1758). Довольно редок, на *Silene tatarica*, *Saponaria officinalis*.
47. *H. arundinis* (Paykull, 1792). Редок, на пойменных лугах.
48. *H. nigrirostris* (Fabricius, 1775). Обычен, встречается по опушкам леса, на разнотравных лугах.
49. *H. rumicis* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается на клеверах.
50. *H. suspiciosa* (Herbst, 1795) (= *Ph. pedestris* Paykull, 1792). Обычен, на пойменных лугах, на *Lathyrus* sp.
51. *H. zoilus* (Scopoli, 1763) (= *punctata* Fabricius, 1775). Обычен, встречается на клеверах.
52. *Thryogenes scirrhosus* (Gyllenhal, 1836). Довольно редок, собран (1 экз.) в кошени по травостой заливного луга.
53. *Grypus equiseti* (Fabricius, 1775). Обычен, встречается на болотных хвощах.
54. *Notaris acridulus* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается на осоках по берегам рек.
55. *N. bimaculatus* (Fabricius, 1787). Редок, встречается по берегам рек на тростнике.
56. *Dorytomus dorsalis* (Linnaeus, 1758). Довольно редок, собран на *Salix* sp.
57. *D. taeniatus* (Fabricius, 1781). Редок, в сырых биотопах, на *Salix* sp., *Populus tremula*.
58. *Cionus tuberculosus* (Scopoli, 1763). Довольно редок, встречается на заливном лугу, на диком черном паслене.
59. *Tychius parallelus* (Panzer, 1794). Довольно редок, собран (1 экз.) в кошени по травостой в окр. д. Домжерицы, данный вид также указан с окр. д. Крайцы [3].
60. *T. picirostris* (Fabricius, 1787). Обычен, на *Trifolium repens* и др.
61. *T. squamulatus* Gyllenhal, 1836. Довольно редок, вид собран (1 экз.) в зоне затопления пойменного луга на *Lotus* sp.
62. *Anthonomus pedicularis* (Linnaeus, 1758). Редок, встречается на груше, боярышнике, крушине, яблоне.
63. *A. phyllocola* (Herbst, 1795) (= *varians* Paykull, 1792). Довольно редок, встречается в сосняках, ельниках.
64. *A. rubi* (Herbst, 1795). Редок, на малине.
65. *Brachonyx pineti* (Paykull, 1792). Довольно редок, кошение по молодым соснам.
66. *Curculio glandium* Marsham, 1802. Довольно редок, встречается на дубах вдоль дорог.
67. *C. crux* Fabricius, 1776. Редок, собран в пойме реки на *Salix* sp.
68. *C. salicivorus* Paykull, 1792. Обычен, встречается на ивах по берегам рек.
69. *Rhynchaenus populicola* Silfverberg, 1987 (= *populi* (Fabricius, 1792)). Редок, встречается на ивах.
70. *Rh. salicis* (Linnaeus, 1758). Обычен, встречается на всех видах *Salix*.
71. *Rh. stigma* (Germar, 1821). Обычен, встречается на ивах.
72. *Rh. testaceus* (Muller, 1776). Довольно редок, встречается на *Alnus*, *Salix*.
73. *Rhamphus pulicarius* (Herbst, 1795). Обычен, собран на березах, *Salix caprea*.
74. *Gymnetron pascuorum* (Gyllenhal, 1813). Обычен, встречается на цветущей растительности по обочинам дорог, на полянах, лугах.
75. *Mecinus pyraister* (Herbst, 1795). Очень редок, собран (1 экз.) на земле в сосняке багульниковом.
76. *Miarus campanulae* (Linnaeus, 1767). Довольно редок, встречается на опушках леса, на *Campanula* sp.
77. *M. graminis* (Gyllenhal, 1813). Редок, на *Campanula patula*.
78. *Lepyurus palustris* (Scopoli, 1763). Редок, встречается во влажных биотопах, на ивах по берегам рек.
79. *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1767). Многочислен, встречается в сосняках.
80. *H. pinastri* (Gyllenhal, 1813). Довольно редок, встречается в сосняках.

81. *Pissodes castaneus* (Degeer, 1775) (=notatus Fabricius, 1787). Редок, встречается в старых сосняках.

82. *P. pini* (Linnaeus, 1758). Редок, встречается в сосняках.

83. *P. piniphilus* (Herbst, 1797). Довольно редок, собран (2 экз.) под корой сухой сосны.

84. *P. validirostris* (Sahlberg, 1834) Gyllenhal, 1834. Обычен, встречается в молодых и старых сосняках.

85. *Acalles camelus* (Fabricius, 1792). Редок, встречается в ельниках, сосняках с примесью дубов, в почвенных ловушках.

86. *Magdalis duplicata* Germar, 1824. Довольно редок, собран (1 экз.) на молодых соснах.

87. *M. memnonia* (Gyllenhal, 1837). Довольно редок, встречается в сосняках.

88. *M. ruficornis* (Linnaeus, 1758). Редок, собран на *Malus* sp., *Sorbus* sp4-.

89. *Limnobaris dolorosa* (Goeze, 1777). Редок, встречается в поймах рек, собран на *Carex* sp.

90. *L. t-album* (Linnaeus, 1758). Редок, собран в травостое поймы реки.

91. *Mononychus punctumalbum* Herbst, 1784. Редок, встречается по берегам рек и каналов на ирисе.

92. *Tapinotus sellatus* (Fabricius, 1794). Довольно редок, собран в пойме реки на *Lysimachia vulgaris*.

93. *Micrelus ericae* (Gyllenhal, 1813). Довольно редок. Собран в кошениях по травостое на лесной опушке.

94. *Amalorrhynchus melanarius* (Stephens, 1831). Редок, встречается на затопляемых участках р. Березины, на *Rorippa amphibia*.

95. *Zacladus geranii* (Paykull, 1800). Обычен, встречается на *Geranium* sp.

96. *Ceutorhynchus assimilis* (Paykull, 1792). Многочислен, встречается на крестоцветных, на *Brassica campestris*.

97. *C. cochleariae* (Gyllenhal, 1813). Обычен, собран на *Cardamine impatiens*.

98. *Nedynus quadrimaculatus* (Linnaeus, 1758). Многочислен, встречается в рудеральных биотопах, на крапиве.

99. *Trichosirocalus troglodytes* (Fabricius, 1787). Довольно редок. собран на *Plantago lanceolata*.

100. *Orobitis cyaneus* (Linnaeus, 1758). Довольно редок, собран на *Vicia* sp. на разнотравном луге. Вид развивается на фиалках.

Виды *Apion elegantulum* Germar, *Sitona fleski* Csiki, *Tychius aureolus* ssp. *femoralis* Bnsout, *Sibinia potentillae* Germar, *Miarus monticola* Petri, *Rhyncolus sculpturatus* Walzl, указанные в литературе [2, 7, 8, 10], автором найдены не были.

Таким образом, в настоящее время известно 106 видов жуков-долгоносиков с территории Березинского заповедника, что не отражает реального видового состава и требует дальнейшего изучения данной группы.

1. Арзанов И.Т., Приставко В.П., Хотько Э.И. и др. // Березинский биосферный заповедник Белорусской ССР. 1983. С. 192.

2. Иоанисиани Т.Г. // Жуки-долгоносики (Coleoptera, Curculionidae) Белоруссии. Мн., 1972.

3. Карасев В.П. // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. Мн., 1991. С. 143.

4. Лаврова Н.К. // Тез. докл. 5-ой зоол. конф. БССР. 1983. С. 52.

5. Литвинова А.Н., Голденков А.А., Афиногенова В.Г., Максименков М.В. // Фауна и экология насекомых Березинского заповедника. 1991. С. 80.

6. Литвинова А.Н., Панкевич Т.П., Молчанова Р.К. и др. // Тез. докл. всесоюз. конф. 1990. С. 90.

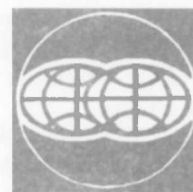
7. Матусевич С.А. // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. Мн., 1991. С. 181.

8. Хотько Э.И., Лаврова Н.К., Салук С.В. и др. // Флора и фауна заповедников СССР. Насекомые Березинского заповедника. Мн., 1989. С. 19.

9. Чумаков Л.С. // Весці АН Беларусі. Сер. біялаг. навук. 1994. № 4. С. 95.

10. Матусевич С.А. // Тез. докл. 7-ой зоол. конф. Мн., 1994. С. 131.

Поступила в редакцию 13.05.99.



УДК 911.2: 631.15

В.М. ЯЦУХНО

ЗЕМЛЯ И ЛАНДШАФТ: ПРИРОДНАЯ ОБЩНОСТЬ И ЕДИНСТВО ФУНКЦИИ

The brief review of the comparative analysis of the notions contents "land" and "landscape" is carried out. For example of the enrichment classification in the different countries (former USSR, Poland, Belarus, Germany, Australia, Canada, USA) nature community and unity of the functions are showed.

Поиск конструктивного решения проблемы оптимизации взаимодействия природы и общества является традиционным и по-прежнему остается актуальным направлением прикладных географических исследований. Обладая собственным богатым научным потенциалом, набором оригинальных гипотез и идей, географическая наука нацелена на изучение определенным образом организованных и взаимодействующих в пространстве и во времени природных и общественных территориальных систем. Ее отличие от других научных направлений заключается в том, что в географии основное внимание акцентируется на обобщении явлений и процессов в различных местоположениях земной поверхности, анализе и синтезе пространственных взаимосвязей между ними. Ключевыми задачами является научнообоснованная разработка направлений оптимального функционального использования территории, представленной определенными ландшафтами, и установление допустимых уровней их антропогенных преобразований [1,2].

Центральным звеном сосредоточения взаимодействия хозяйственной деятельности и природной среды выступает земля. В современном представлении понятие "земля" приобрело дуалистический смысл [3]. С одной стороны, земля рассматривается как главное и незаменимое средство производства, предмет приложения труда, а также пространственный базис, или место размещения многообразных систем природопользования и расселения. В данном понятии она, выполняя определенные функциональные назначения, является объектом общественных (земельно-правовых) отношений. Последние юридически регулируются земельным законодательством, которым устанавливаются формы собственности на землю, перечень и содержание категорий земель, система управления земельными ресурсами, назначение кадастра и мониторинга земель, налоговое регулирование, землепользование, регистрация и оценка земель как объектов недвижимости и др. [4]. С другой стороны, земля является естественно-историческим природным образованием, свойства и разнообразие которой во многом предопределяются зонально-провинциальными, региональными и локальными особенностями географической среды. В этом смысле она часто рассматривается как синоним почвы, а земельные ресурсы отождествляются с почвенными [5]. Мы полагаем, что это может быть справедливым лишь в том случае, если их сопоставить по уникальному и в тоже время уни-

Статья написана по материалам доклада на Международной конференции, посвященной 220-летию землеустроительного образования в России (Государственный университет землеустройства, Москва, февраль 1999 г.)

версальному свойству земель – плодородию почв и выполняемым ими экологическим (биогеоценотическим) функциям в биосфере [6].

Многоцелевой характер использования и ряд специфических особенностей земли (набор угодий, территориальная структурированность, конфигурация, объект недвижимости, стоимость и др.) не позволяют отождествлять почвенные и земельные ресурсы. Их следует рассматривать как частное и целое, что нашло практическое отражение в методических принципах оценки земель. Предметом подобной оценки является совокупность свойств земель, которая включает: плодородие почв и их агроклиматические особенности, технологические свойства и удаленность (местоположение) земельных участков по отношению к хозяйственным центрам и населенным пунктам [7]. Некоторые исследователи предлагают положить признак плодородия земель в основу разграничения и более четкого юридического определения категорий "земля" и "территория" [8]. Так землями следует считать только те участки суши, которые заняты сельскохозяйственными и лесными угодьями, для которых фактор плодородия имеет решающее значение. Все другие участки предлагается именовать территориями (например, территории промышленных и объектов иного специального назначения, территории населенных пунктов и др.). С географической точки зрения подобное разделение не совсем правильное, ибо понятие "территория" является конкретным воплощением более общего, имеющего философский и математический смысл понятия "пространство". Последнее представляет собой "логическую форму (или структуру), служащую средой, в которой осуществляются другие формы и те или иные конструкции" [9, с.54].

Наибольшее сходство земля по строению и выполняемым функциям имеет с ландшафтом. Это проявляется не только в их общности как природного образования, но и в единстве конкретной территории, однородной по своему происхождению и истории развития. Как природное образование наряду с почвенными характеристиками земля включает также свойства рельефа, пространственные параметры, особенности сообществ живых организмов (биоценозов), климатические условия [10]. При таком рассмотрении компоненты природной (географической) среды и метод исследования земли взаимно дополняют друг друга, а само понятие "земля" фактически сливается с понятием "ландшафт". Поэтому вполне обоснованным является их рассмотрение с позиций конструктивного единства [11], прочность которого сохраняется длительное время при соответствии направления использования земель и ландшафтов их природному потенциалу и тенденциям развития. Игнорирование этого часто приводит к возникновению неблагоприятных экологических последствий: загрязнению, истощению и деградации природной среды или ее отдельных компонентов, уменьшению биоразнообразия, утрате эстетической привлекательности природных комплексов и т.п. Одновременная принадлежность земель и ландшафтов как природным геосистемам, так и территориальным социально-экономическим системам всегда стимулировала поиск оптимальной структуры землепользования с учетом и особенностями структуры и динамики природных геосистем. Этой цели служит проведение классификаций земель и ландшафтов по их характерным признакам, что позволяет выделить однородные таксономические единицы различных иерархических уровней. При этом выявляется все разнообразие зональных, региональных и местных условий географической среды. Сравнение таких таксономических систем, наиболее разработанных и используемых в практике территориального планирования в бывшем СССР [12–14], Польше [15–17], Беларуси [18], Германии [19], Австралии [20], Канаде [21,22], США [23, 24], показало, что все они в основном базируются на морфологическом изучении ландшафтов, взаимном расположении и закономерностях пространственных связей между слагающими их комплексами (таблица). Несмотря на некоторые отличия в методических подходах, названиях и перечне таксономических единиц, классификация земель по своим задачам и содержанию практически совпадает с комплексными ландшафтными исследо-

Таблица 1

Сравнение таксономических систем территориальных единиц, используемых в некоторых странах

Бывший СССР				Польша		Беларусь		Германия	Австралия	Канада	США	
типологическая система	региональная система	типологическая система	региональная система	типологическая система	региональная система	типологическая система	региональная система	сводная таксономическая система территориальных единиц				
Н.А. Сопнцев, 1949	В.А. Николаев, 1978	В.Б. Сочава, 1978		J. Kondracki, 1960	J. Kondracki, 1978, A. Richling, 1982	Ю.П. Качков и др., 1983		Haase, 1976	A.B.A. Brink et al., 1966	Guidelines for, 1961	E.B. Wiken, C.D. Ironside, 1977	F. Ricken, 1963, Soil taxonomy, 1987
	Страна		Физико-географическая область						Land division			
	Зона		Природная зона		Obszar fizyczno-geograficzny				Land zone			
	Провинция		Провинция		Prowincja		Провинция		Land province			
	Физико-географический район		Под-провинция	Klasa krajobazu Rodzaj krajobrazu	Makro-region		Под-провинция	Georegion	Land region	Land region	Land region	Soil groups
		Округ										
		Район										
Ландшафт		Макро-геохора		Gatunek krajobrazu	Mezo-region	Класс земель		Makro-geochora	Land system	Land district	Land district	Soil associations
Местность		Мезохора		Teren, krajobrazu	Mikro-region	Типы земель		Mezo-geochora		Land system	Land system	
Урочище		Микро-геохора		Uroczysko		Виды земель		Mikro-geochore	Land facet	Land type	Land type	Soil series
Фация		Элементарная геохора		Facja		Разряд земель		Nano-geochore			Land phase	Soil phase
		Элементарный геомор				Элементарный почвенный ареал		Elementares geomor (geotop)	Land element			Soil class (polypedon)

Примечание: в связи с невозможностью адекватного перевода наименований некоторых таксономических единиц на русский язык они приводятся на языке оригинала

ваниями [26]. Сам факт, что в основу названия многих таксономических систем положен корень слова "land", еще раз свидетельствует об этом*. Что касается принятой в США классификации земель (ландшафтов), то она базируется на данных крупномасштабных почвенных съемок. Основной картографической почвенной единицей при их проведении выступают серии почв, внутри которых выделяются почвенные типы и фазы. Все они включают как элементы генетической классификации, так и характеристики по положению в рельефе, степени эродированности, солёности, некоторым агропроизводственным показателям. Практически они представляют собой низшие ландшафтные подразделения и не являются собственно почвами, а скорее природными комплексами с набором определенных экологических признаков и условий их развития.

Таким образом, при сравнении приведенных классификаций достаточно четко можно установить соизмеримость выделяемых типологических и региональных единиц земель с подобными единицами ландшафтов. Это обстоятельство чрезвычайно важно учитывать при определении различия использования земель в сельском хозяйстве, при проведении земельно-кадастровых работ, государственного учета и классификации угодий, поскольку позволяет облегчить процесс формирования оптимальной структуры земельных угодий, максимально адаптировать их к существующим природным условиям конкретных территорий и практически реализовать идею создания устойчивых и управляемых культурных ландшафтов.

1. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980.
2. Messerli В. // International geographical union bulletin. 1997. Vol. 47. № 1. P. 65.
3. Крауклис А. А. // География и природные ресурсы. 1985. № 2. С. 8.
4. Кодекс о земле Республики Беларусь. Мн., 1999.
5. Фридланд В. М. Григорьев Г. И. // Почвоведение. 1967. № 8. С. 42.
6. Добровольский В. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М., 1990.
7. Основные положения методики поучастковой, кадастровой и денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения / Белгипрозем. Мн., 1995.
8. Мороз Л. Земля или территория? // Белорусская деловая газета. 1998. № 14 (445). 26 февр. С. 14.
9. Липец Ю. Г., Матлин И. С. // III Всесоюзный симпозиум по теоретическим вопросам географии. Киев, 1977. С. 54.
10. ГОСТ 26640 – 85 (СТ СЭВ 4472 – 84). Земли. Термины и определения. М., 1986.
11. Басаликас А. Б. // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1977. № 1. С. 108.
12. Солнцев Н. А. // Вопр. географии. 1949. Вып. 16. С. 61.
13. Николаев В. А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. М., 1978.
14. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978.
15. Kondracki J. // Przegl. Geogr. 1960. 32. 1/2. S. 3.
16. Kondracki J. Geografia fizyczna Polski. Warszawa, 1978.
17. Richling A. Metodu badan kompleksowej geografii fizycznej. Warszawa, 1982.
18. Качков Ю. П., Мороз Г. М., Яцухно В. М. // Классификация земель СССР в системе государственного земельного кадастра. М., 1983. С. 203.
19. Haase G. // Petermanns Geogr. Mitteilungen, 1976. Bd 120. № 2. S. 5.
20. Brink A. B. A., Mabbitt J. A., Webster K., Beckett P. H. T. // Mil. Eng. Expt Etab. Christchurch Report. Ottawa, 1982.
21. Guidelines for bio-physical land classification. Ottawa, 1969.
22. Wiken E. B., Ironside G. R. // Landscape planning. 1977. № 4. P. 73.
23. Ricken F. // Soil science. 1963. № 4. P. 42.
24. Soil taxonomy Agriculture Handbok. New York, 1987.
25. James P. E. // Annals AAG. 1937. Vol. 24. P. 78.
26. Kremsa V. // Landscape transformation in Europe (practical and theoretical aspects). Warsaw, 1998. P. 10.

Поступила в редакцию 02.03.99.

*Под ландшафтом (от староанглийского слова "landscape") понимается территория, отличающаяся относительной однородностью. На голландском языке landscape означал синоним небольшого природного региона со взаимосвязанными внутри его природными компонентами [25].

ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ ЗРЕЛОЙ ФАЗЫ РИФТОГЕНЕЗА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Sedimentary and volcano-sedimentary formations and related with them deposits of potassic and potassium-magnium salt, pure salt, gipsium, oils, combustible shales and industrial brines were formed during the main stage of riftogeneous within the Pripjat Trough.

Припятский прогиб – древний палеорифт, активное развитие которого происходило в позднем девоне – ранней перми [1, 2]. В это время интенсивно проявлялись процессы деструкции земной коры и основного магматизма, формировались высокоамплитудные многосотметровые разломы, была создана сложная пликативно-блоковая структура рифтового грабена, интенсивно накапливались осадки. Со зрелой (главной) фазой развития рифтового грабена (евлановско-полесское время) связано образование мощных осадочных и вулканогенных формаций: верхнефранской эвапоритовой, нижнефаменской межсолевой терригенно-сульфатно-карбонатной, верхнефаменской эвапоритовой и сопряженных с ними щелочно-ультраосновных-щелочно-базальтоидных формаций, а также верхнефаменской надсолевой карбонатно-терригенной сланценосной формации, общая мощность которых достигает 4–4,5 км.

Верхнефранская эвапоритовая формация (мощность 120–800 м и более) обладает характерным парагенезом галогенных (каменная соль, ангидрит, калийные соли), карбонатных, карбонатно-глинистых, терригенных и вулканогенно-осадочных пород. Накопление отложений происходило в эвапоритовом бассейне виррилского типа, характеризовавшимся сложной палеоструктурой, интенсивным темпом прогибания дна, высокими скоростями осадконакопления, обильным поступлением терригенного материала и активной вулканической деятельностью на востоке региона. Сформировался характерный гетерогенный профиль литофаций – от вулканогенных и вулканогенно-галитовых на востоке до калиеносных в центре и глинисто-карбонатно-сульфатных и песчано-алевритовых на западе Припятского прогиба.

Межсолевая терригенно-сульфатно-карбонатная формация представлена парагенезом мергелей, глин, известняков, доломитов, ангидритов, песчаников, алевролитов и вулканогенных пород [3]. Отложения содержат обильную и разнообразную фауну [4, 5]. В северной части региона широко распространены биостромы и биогермные постройки [6], в центральной – карбонатно-глинистые породы, обогащенные органическим веществом, а в южной – клиноформы и терригенные тела. На северо-востоке Припятского прогиба характерно развитие вулканогенных образований елецкого возраста, представленных породами среднего, основного и ультраосновного щелочного состава [7], а в центральной и южной частях его – анальцимизированных вулканических туфов, связанных с эксплозивным вулканизмом, проявившимся в тремлянское время в районе Восточно-Ельской площади [8].

Мощность терригенно-сульфатно-карбонатной формации весьма изменчива (от 100–300 до 900 м и более). Пестрый фациальный состав ее отражает значительное разнообразие седиментационных обстановок, которые определялись солевым составом вод, глубиной, рельефом дна бассейна, соотношением темпов прогибания и скорости осадконакопления, ролью источников сноса кластогенного материала, влиянием вулканизма на экологические условия жизнедеятельности сообществ организмов и т.д. Особенностью эволюционного развития седиментационного бассейна в задонско-петриковское время явилось формирование в центральной его части относительно глубоководной (до 600–700 м) некомпенсированной осадконакоплением котловины, в пределах которой создавались благоприятные условия для возникновения доманикоидных фаций – потенциальных источников углеводородов.

Верхнефаменская эвапоритовая формация по составу пород и условиям образования подразделяется на две субформации: нижнюю галитовую и верхнюю глинисто-галитовую (калиеносную). Возраст первой – лебедянско-оресский, второй – оресско-полесский. Мощность субформаций весьма изменчива и достигает: галитовой – 1–2 км, глинисто-галитовой – 2–2,5 км.

Галитовая субформация представлена парагенезом сероцветных разностей каменной соли, сульфатных, карбонатно-сульфатных, карбонатных (известняки, доломиты, мергели), глинистых и терригенных пород. Особенность этой субформации – развитие прослоев и линз строматолитовых известняков на севере и западе Припятского прогиба [9], мощных дельт конусов выноса на юге вблизи Украинского кристаллического щита [10] и темноцветных доманикоидных отложений в центре, где существовали особые («эвксинические») условия. Характерно ритмичное строение, обусловленное чередованием в разрезе пачек и пластов каменной соли и «несоляных» пород. Накопление отложений в эвапоритовом бассейне, особенно в начале лебедянского времени, происходило в условиях резко расчлененного рельефа – от субаэрально экспонированных островных поднятий до относительно глубоководных впадин (до 200 м и более).

Для глинисто-галитовой (калиеносной) субформации характерен в основном парагенез красноцветных разностей каменной соли, карбонатно-глинистых пород, сильвинитов и карналлитов. Отмечаются также прослои алевролитов, оолитов и глин с реликтовой пепловой текстурой. Формирование эвапоритовых отложений осуществлялось в условиях контрастных нисходящих тектонических движений по разломам. Калийные соли накапливались в полуизолированных суббассейнах – асимметричных топографических впадинах субширотного простирания, глубина которых не превышала 5–10 м. Наиболее плотные, насыщенные по KCl рассолы аккумулировались в пределах отрицательных форм рельефа дна суббассейнов. Калиенакопление происходило на площади более 14 тыс. км² [11].

Верхнефаменская надсолевая карбонатно-терригенная сланценосная формация (мощностью до 500 м) на западе региона представлена преимущественно карбонатно-глинистой ассоциацией пород, на юго-востоке – глинисто-песчаной, на северо-востоке – терригенно-карбонатной с большим количеством вулканогенного материала. Характерно развитие в средней и верхней частях разреза формации прослоев горючих сланцев и сапропелевых мергелей, а в нижней – сульфатных пород (гипс, ангидрит).

С осадочными формациями зрелой фазы рифтогенеза связан обширный комплекс полезных ископаемых: нефть, каменная соль, калийные и калийно-магниево-соли, металлоносные рассолы, гипс, горючие сланцы и др. Эти полезные ископаемые составляют основу минерально-сырьевой базы Республики Беларусь и имеют важное экономическое значение.

Залежи и месторождения нефти выявлены в межсолевой терригенно-сульфатно-карбонатной формации, а также в галитовой субформации. В межсолевом комплексе они сосредоточены в основном в пределах северной зоны ступеней (Северо-Припятская, Оземлинско-Первомайская, Александровско-Дубровская, Речицко-Вишанская, Червонослободско-Малодушинская зоны нефтегазонакопления) [2]. Обнаружены также на отдельных площадях Внутреннего грабена. Промышленные скопления нефти приурочены, как правило, к органогенным телам и постройкам (известняки, доломитизированные известняки) в задонском горизонте (Речицкое, Красносельское, Осташковичское, Южно-Осташковичское, Сосновское, Южно-Сосновское, Давыдовское, Мармовичское и другие месторождения). Значительно реже и в основном на северо-востоке северной зоны ступеней залежи нефти обнаружены в отложениях елецкого горизонта (Александровское, Южно-Александровское, Борщевское и другие месторождения). Преобладают пластовые и массивные залежи, приуроченные к сводам или присводовым частям антиклинальных структур, встречаются также залежи неантиклинального

типа. Коллекторы – органогенные и доломитизированные известняки, вторичные доломиты, реже трещиноватые мергели. Для карбонатных пород характерны сложные типы коллекторов с наличием пор, каверн, карстовых полостей, трещин [12].

В галитовой субформации залежи нефти выявлены на Западно-Тишковской, Елизаровской, Кербецкой, Осташковичской, Давыдовской, Хуторской, Полеской, Шатилковской, Северо-Домановичской, Северо-Чистолужской, Радомлянской, Восточно-Выступовичской и других площадях. Некоторые из них в настоящее время эксплуатируются. Залежи, как правило, небольшие, эффективная мощность нефтенасыщенных пластов варьирует от 2 до 25 м. Коллекторами на севере Припятского прогиба являются карбонатные (обычно водорослевые и доломитизированные известняки) и карбонатно-сульфатные образования, на юге – терригенные. Типы коллекторов достаточно разнообразны: порово-кавернозные, трещинно-кавернозные, трещинно-кавернозно-поровые, гранулярные и др. Залежи нефти чаще всего приурочены к внутрибассейновым положительным формам рельефа, в пределах которых при понижении солёности бассейновых вод эпизодически создавались благоприятные условия для образования линз органогенных известняков. В южной прибортовой зоне залежи нефти связаны с погребёнными дельтами конусов выноса.

Пластовые залежи каменной соли распространены как в верхнефранской, так и в верхнефаменской эвапоритовой формации. В Припятском прогибе детально разведаны три относительно крупных месторождения каменной соли – Давыдовское, Старобинское и Мозырское. Методом подземного растворения через скважины с поверхности земли разрабатывается Мозырское месторождение. Ежегодный объём производства пищевой соли сорта «экстра» составляет 185–356 тыс. т [13]. В 1993 г. на шахтном поле 1-го рудоуправления ПО «Беларуськалий» начаты опытные работы по разработке пласта каменной соли на Старобинском месторождении, залегающего в разрезе глинисто-галитовой субформации ниже II калийного горизонта. Разведанные балансовые запасы в пределах опытной панели (юго-западный фланг 1-го шахтного поля) составляют 5,7 млн т. Возможно выявление новых крупных месторождений каменной соли в исследуемом регионе. Высокоперспективными для отработки геотехнологическим методом являются Шестовичское, Скрыгаловское, Южно-Копаткевичское, Комаровичское, Октябрьское и другие солянокупольные поднятия.

Калийные соли распространены в верхнефранской и верхнефаменской эвапоритовых формациях. В последней они имеют промышленное значение (эксплуатируется Старобинское месторождение, детально разведано Петриковское и выполнена предварительная разведка ряда участков – Нежинского, Смоловского, Октябрьского и др.). В верхнефаменской эвапоритовой формации калийные и калийно-магниевые соли сосредоточены в верхней части разреза – в калиеносной субформации (оресский, стрешинский и полесский горизонты). Они образуют многоярусные залежи значительной мощности (до 5–28 м). Широко распространены красноцветные (слоистые), а также бледноокрашенные и пестроцветные разновидности сильвинитов. Залежи калийно-магниевых солей (карналлитовые породы) развиты преимущественно на севере Припятского прогиба и в районе Петриковского месторождения [11].

Гипс чаще всего встречается в периферических литофациальных комплексах эвапоритовых формаций в виде маломощных слоёв, прожилок, гнезд и отдельных кристаллов. Сравнительно неглубоко залегающие (180–300 м) и мощные (до 22 м) промышленные залежи гипса сформировались в районе Бриневской площади в позднем фамене, где ангидритовые породы в условиях гипергенеза подверглись гидратации [14]. Выявлено до 14 пластов гипса, которые образуют четыре горизонта. По данным поисково-оценочных работ прогнозные ресурсы гипсового камня по категории P_1 составляют около 1 млрд т. В настоящее время завершается предварительная разведка Бриневского месторождения гипса.

С осадочными формациями, образовавшимися в зрелую фазу рифтогенеза, связаны **высококонцентрированные металлоносные рассолы** [15]. Они

выявлены в верхнефаменской эвапоритовой и межсолевой терригенно-сульфатно-карбонатной формациях, а также в подсолевом карбонатном и терригенном комплексах. Промышленное значение имеют рассолы межсолевого рассолоносного комплекса. Дебиты скважин составляют 600–800 м³/сут, минерализация рассолов 115–390 мг/л. По составу они подразделяются на хлоридно-кальциево-натриевые, хлоридно-натриево-кальциевые и хлоридно-натриевые. В них отмечается значительное содержание йода (до 108 мг/л), брома (1500–5989), стронция (до 3230), калия (2710–9550), аммония (до 970), лития (26–92,5), рубидия (6,1–24,4) и цезия (1,2–1,6 мг/л). Формирование промышленных рассолов связано с процессом испарения морской воды в солеродных бассейнах, захоронением седиментационной рапы в несоляных породах верхнефаменской эвапоритовой и межсолевой терригенно-сульфатно-карбонатной формаций, а также подсолевым комплексом с последующими преобразованиями в системе порода – рассол [16].

Сапропелевые мергели, горючие и битуминозные сланцы распространены в межсолевой терригенно-сульфатно-карбонатной, верхнефаменской эвапоритовой и надсолевой карбонатно-терригенной сланценосной формациях. В последней выявлены три сланцевых горизонта, которые включают от 5 до 10 пластов горючих сланцев мощностью 0,2–1,0 м, реже до 3,0 м. Горючие сланцы представляют собой глинистые и глинисто-карбонатные породы коричневатосерого цвета, обогащенные керогеном, который по типу приближается к керогену кукерситов. Пласты горючих сланцев распространены на преобладающей части площади Припятского прогиба. Промышленный интерес представляют горизонт III на Любанском и пласт «туровский» на Туровском месторождении [17]. Прогнозные ресурсы горючих сланцев в Припятском прогибе на глубине до 300 м составляют 5,5 млрд т, а на глубине до 600 м – 11 млрд т.

Таким образом, в зрелую фазу развития Припятского палеорифта в условиях интенсивных нисходящих движений происходило образование мощных осадочных и сопряженных с ними по латерали вулканогенных формаций. В составе формаций осадочного генезиса доминирующее значение принадлежит каменной соли, карбонатно-сульфатным и карбонатно-глинистым породам. Зрелая фаза рифтогенеза в истории Припятского палеорифта была исключительно благоприятна для образования разнообразных полезных ископаемых, среди которых приоритетное экономическое значение имеют залежи нефти и калийных солей.

1. Тектоника Припятского прогиба / Под ред. Р.Г.Гарецкого. Мн., 1979.
2. Познякевич З.Л., Синичка А.М., Азаренко Ф.С. и др. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы. Мн., 1997.
3. Гарецкий Р.Г., Кислик В.З., Высоцкий Э.А. и др. Девонские соленосные формации Припятского прогиба. Мн., 1982.
4. Кручек С.А. // Геологическое изучение территории Белоруссии. Мн., 1979. С.5.
5. Пушкин В.И., Урьев И.И., Голубцов В.К. и др. Стратиграфия нижнефаменских (межсолевых) отложений Припятского прогиба. Мн., 1995.
6. Москвич В.А. Тектонические закономерности образования карбонатных формаций древних платформ. Мн., 1990.
7. Корзун В.П., Махнач А.С. Верхнедевонская щелочная вулканогенная формация Припятской впадины. Мн., 1977.
8. Корзун В.П., Ажгиревич Л.Ф., Вольская Л.С. // Докл. АН БССР. 1989. Т.31. № 6. С.549.
9. Обровец С.М., Махнач А.С., Кислик В.З. Несолевыя породы верхнефаменской соленосной толщи Припятского прогиба. Мн., 1987.
10. Обровец С.М., Кислик В.З., Высоцкий Э.А. // Докл. АН БССР. 1982. Т.24. № 6. С.835.
11. Гарецкий Р.Г., Высоцкий Э.А., Кислик В.З. и др. Калийные соли Припятского прогиба. Мн., 1984.
12. Демидович Л.А. Формирование коллекторов. Мн., 1989.
13. Хомич П.З., Высоцкий Э.А., Гудак С.П. и др. // Природные ресурсы. 1998. № 4. С.5.
14. Высоцкий Э.А., Демидович Л.А., Деревянкин Ю.А. Геология и полезные ископаемые Республики Беларусь. Мн., 1996.
15. Кудельский А.В., Шиманович В.М., Махнач А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. Мн., 1985.

16. Шиманович В. М. // Литолого-фациальные и геохимические проблемы соленакопления М., 1985. С.152.

17. Ажгиревич Л. Ф. Закономерности размещения и образования горючих ископаемых. Мн., 1986.

Поступила в редакцию 17.03.99.

УДК 551.583

В.Н.КИСЕЛЁВ, Е.В. КИСЕЛЁВА

МЕТЕОЦИКЛЫ В ГИДРОЛОГИЧЕСКОМ ЛЕТОСЧИСЛЕНИИ (по наблюдениям на метеостанциях Минск и Василевичи)

Solar stipulated cyclicity peculiar to the climate of Belarus in accordance with global climatic changes. Meteorocycles are compared with the 11-years cycles of solar activity.

Метеорологические наблюдения в Беларуси начались около 120 лет тому назад, и к современному рубежу столетий накоплено достаточное количество информации, позволяющей с определенной достоверностью не только охарактеризовать климат республики, но и проследить тенденцию в его изменениях под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов. Последним в географической и экологической литературе уделяется все больше внимания, поскольку ими обосновываются современные и прогнозируемые изменения климатической ситуации в мире, в том числе и в Беларуси. Вопросом первостепенной важности является достоверное определение «сигнала» в изменении климата республики, связанного с тем или иным естественным или антропогенным фактором, или группой факторов, и что существующие оценки этого изменения не отличаются полнотой [1].

За период метеорологических наблюдений среднегодовая температура воздуха на территории республики изменялась на 0,8–0,9°C, а весенне-зимнему потеплению противостояло осенне-летнее похолодание. На фоне относительно небольшой трендовой составляющей возникали краткопериодические изменения климата, связанные с влиянием естественных (например, гелиофизические процессы, смещение планетарной циркуляции атмосферы, события Эль-Ниньо, вулканические извержения) и антропогенных (такие, как загрязнение воздушной среды, изменение поверхности суши) факторов [1, 2].

В настоящее время изменение климата, как и биосферы в целом, связывают с антропогенным влиянием, в то время как его естественный режим остается недостаточно изученным. В этом плане представляется необходимым обратиться к исследованию солнечно-земных связей, используя теоретическое наследие А.Л.Чижевского [3]. Согласно его представлениям, за очень продолжительный период времени воздействия космических сил на Земле утвердились определенные циклы явлений, правильно и периодически повторяющиеся как в пространстве, так и во времени. Все земные явления прямо или косвенно зависят от периодической деятельности Солнца, основной цикл которой равен 11 годам с индивидуальными отклонениями в ту или иную сторону.

Факт влияния солнечной активности на погоду и климат уже научно обоснован, хотя и нуждается в развитии конкретных исследований [4]. Изучение всей цепи связей, приводящих к 11-летней периодичности многих процессов в биосфере, далеко от завершения, хотя накопленный обширный материал не оставляет сомнений в существовании таких связей, которые не всегда удастся проследить.

Авторами была проанализирована динамика основных метеорологических показателей (температура воздуха и осадки) на метеостанциях Минск и Василевичи за гидрологический год (октябрь–декабрь предыдущего + январь–сентябрь текущего годов), полагая, что именно в нем наиболее полно проявляется ритмика природных процессов по сравнению с календарным годом. Наше ис-

следование дополняет выводы об изменении климата Беларуси, полученные в результате анализа метеорологических данных за календарные годы, сезоны года и месяцы [1, 5, 6].

Метеостанция Минск (Обсерватория) расположена в столице Беларуси – крупном промышленном центре, на Минской возвышенности в пределах Евразийской зоны темновойных лесов. Василевичи находятся в Европейской зоне широколиственных лесов, рядом с осушенным болотным массивом в Белорусском Полесье – регионе проведения крупномасштабных водно-земельных мелиоративных работ. В первом случае важнейшими антропогенными факторами являются промышленное загрязнение и функционирование города с населением 1,7 млн человек, во втором – изменение водного режима территории и сельскохозяйственное освоение болот. Числа Вольфа (W) также пересчитаны для гидрологического года. Для графического построения (рис.1) динамики метеорологических показателей использованы их среднегодовые значения и пятилетние скользящие. Для солнечных циклов приведена Цюрихская нумерация.

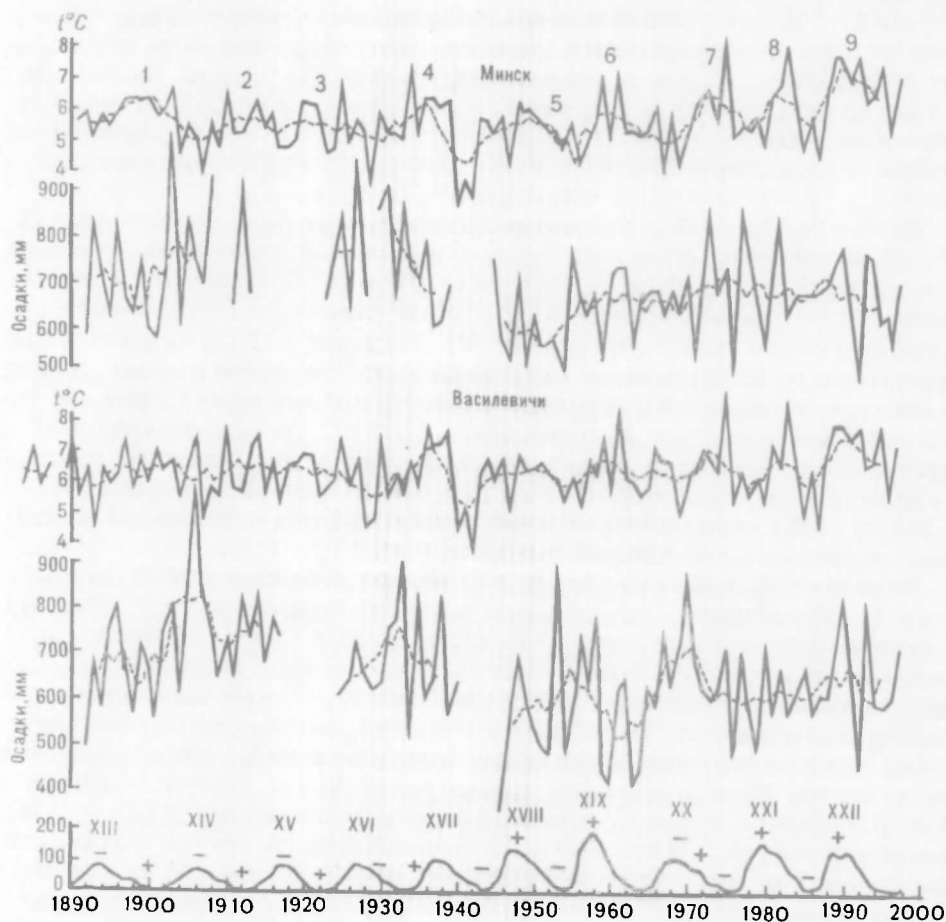


Рис. 1. Ход основных метеопоказателей на станциях Минск и Василевичи (сплошная линия – среднегодовая температура воздуха и осадки, штриховая – пятилетние скользящие). Проекция максимумов метеоциклов на циклы солнечной активности указаны +, минимумов –. Арабские цифры вверху – номера метеоциклов, римские внизу – номера циклов солнечной активности

В динамике показателей обеих метеостанций явно прослеживается цикличность пятилетних скользящих температур. Каждый метеоцикл охватывает временной отрезок, ограниченный их минимумами в ряду пятилетних скользящих. Каждому циклу присвоен порядковый номер, обозначенный арабской цифрой, начиная со времени наблюдений на метеостанции Минск. Большинство метео-

циклов выражены достаточно четко, особенно после 30-х гг. Их продолжительность 11 лет с небольшими отклонениями в ту или иную сторону. Экстремумы метеоциклов, как правило, совпадают с минимумами и максимумами солнечной активности или смещены на один год. Из расчета среднестатистических показателей для 4-го метеоцикла исключены 1940–1942 гг. с аномально низкими температурами, информация о которых представлена самостоятельно.

Почти все наиболее высокие среднегодовые температуры (1925, 1934, 1962, 1975 и 1983 гг., исключая 1990 г.) и наиболее низкие (1940–1942, 1956 и 1986 гг.) пришлось на годы минимума или близкого к нему, а наиболее низкие (1897, 1929 и 1947 гг.) – максимума солнечного цикла.

За период систематических метеорологических наблюдений имело место 9 метеоциклов и 10 основных 11-летних циклов солнечной активности. В 1998 г. наступил 10-й метеоцикл, отвечающий XXIII циклу солнечной активности. Выявленные метеоциклы в метеорологическом ряду проявляются как температурные. Неполнота наблюдений за режимом осадков позволяет проследить только некоторую цикличность, особенно по наблюдениям в Василевичах после 1944 г. Причем циклы увлажнения антифазны температурным, т.е. увеличение солнечной активности в 11-летнем цикле сопровождалось увеличением температуры воздуха и уменьшением количества осадков. Такой вывод нельзя сделать для первой половины исследуемого периода. Временная динамика метеоциклов указывает на двойной характер их явно выраженной линейной связи с солнечной активностью в зависимости от фазы ее векового развития.

До начала 40-х гг. (XIII–XVII циклы солнечной активности) существовала обратная зависимость между пятилетними скользящими температуры и солнечной активностью. Коэффициент корреляции (r) равен $-0,55$ (Минск) и $-0,47$ (Василевичи). Необходимое значение r при уровне значимости $P=0,01$ и числе степеней $df = 49$ (n в нашем случае равно 51) составляет $0,35$ [7]. Таким образом, определенные коэффициенты корреляции являются достаточными. Однако выделение метеоциклов в ряду пятилетних скользящих температуры при незначительной амплитуде их колебаний – $0,6\text{--}0,7^\circ\text{C}$ (за исключением 4-го) и сравнительно невысоком уровне солнечной активности несколько условно. Временной интервал метеоциклов в определенной мере размыт, особенно 2-го и 3-го, за рубеж между которыми принят 1918 г. со слабо выраженным минимумом пятилетних скользящих температуры.

Физические процессы на Солнце, воздействуя на земную атмосферу, вызывают переориентацию тропосферного переноса воздушных масс. Усиление солнечной активности, начиная с XVII цикла, привело к тому, что снизилась зональная циркуляция и усилилось широтное перемещение воздушных масс [8]. Знак солнечно-тропосферных связей изменился [9]. Прямая зависимость температуры воздуха от солнечной активности нами обнаруживается с 5-го метеоцикла. Коэффициент корреляции между пятилетними скользящими температуры и числами Вольфа для всего периода после 40-х гг. равен $0,44$ (Минск) и $0,46$ (Василевичи). Результаты анализа также удовлетворяют $P = 0,01$ (необходимое значение $r = 0,35$ при $df=49$). Следует подчеркнуть, что при графическом построении (см. рис.1) пятилетия были смещены на 2,5 года по отношению к календарному году. Это обстоятельство было учтено при определении коэффициента корреляции: используемое число Вольфа исходного 1993 г. соотносилось с пятилетней скользящей температурой за 1993–1997 гг., 1992 – за 1992–1996 гг. и т. д.

Точно так же были рассчитаны коэффициенты корреляции между пятилетними скользящими температуры воздуха метеоциклов и числами Вольфа для сопоставляемых с ними циклами солнечной активности. Результаты отражены в таблице.

Надежное суждение, удовлетворяющее требованиям $P = 0,01$, о солнечной обусловленности возможно для 6, 8 и 9-го метеоциклов: у них обнаружена прямая зависимость между пятилетними скользящими температуры воздуха и

числами Вольфа. Коэффициент корреляции в 5-м метеоцикле отвечает уровню значимости 0,05. Для 4-го и 7-го метеоциклов не установлена достоверная линейная зависимость между температурой и солнечной активностью, однако минусовое значение r позволяет определить тенденцию к обратной зависимости пятилетних скользящих температуры воздуха при снижении максимума солнечного цикла.

Коэффициенты корреляции между пятилетними скользящими температуры воздуха на метеостанциях Минск и Василевичи и солнечной активностью

Метео-цикл	Цикл солнечной активности	Коэффициент корреляции, r			
		Минск	Василевичи	$P=0,005$	$P=0,01$
4	XVII	-0,68	-0,49	0,63	0,77
5	XVIII	0,68	0,68	0,60	0,74
6	XIX	0,90	0,77	0,63	0,77
7	XX	0,46	-0,55	0,60	0,74
8	XXI	0,79	0,79	0,63	0,77
9	XXII	0,77	0,76	0,60	0,74

и $P = 0,05$ (на рис.2 показаны сплошными линиями), а также 4-го и 7-го, не отвечающая этим требованиям (на рис.2 штриховые линии). Для реперной привязки использованы годы максимальной активности Солнца в ее основных циклах. В результате подтверждается солнечная обусловленность 5, 6, 8 и 9-го метеоциклов (см.рис.2). Экстремумы 4-го метеоцикла противоположны максимуму и минимуму солнечной активности и смещены на 3 года по отношению к реперному году. Максимум пятилетних скользящих температуры воздуха в 7-ом метеоцикле запаздывает на 2 года.

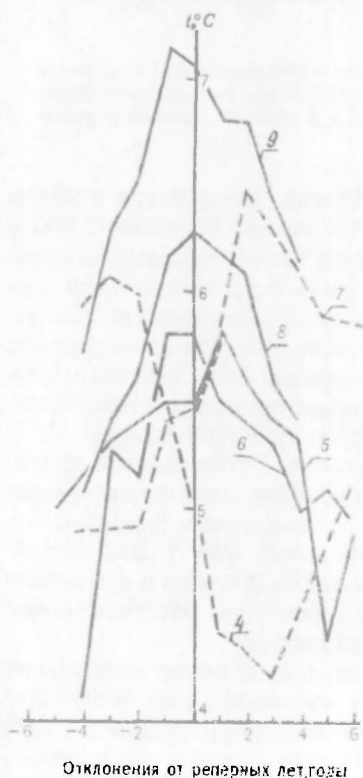


Рис.2. Пятилетние скользящие температуры воздуха на метеостанциях Минск и Василевичи в реперной системе солнечной активности (числа у ломаных линий — порядковые номера метеоциклов)

Возросшая амплитуда температурных показателей позволила применить метод наложения эпох для проверки аргументации солнечной обусловленности метеоциклов. Для этой цели привлечены пятилетние скользящие температуры воздуха на метеостанциях Минск 5, 6, 8 и 9-го метеоциклов, статистическая информация которых отвечает требованиям $P = 0,01$

и $P = 0,05$ (на рис.2 показаны сплошными линиями), а также 4-го и 7-го, не отвечающая этим требованиям (на рис.2 штриховые линии). Для реперной привязки использованы годы максимальной активности Солнца в ее основных циклах. В результате подтверждается солнечная обусловленность 5, 6, 8 и 9-го метеоциклов (см.рис.2). Экстремумы 4-го метеоцикла противоположны максимуму и минимуму солнечной активности и смещены на 3 года по отношению к реперному году. Максимум пятилетних скользящих температуры воздуха в 7-ом метеоцикле запаздывает на 2 года.

Судить о цикличности в выпадении осадков с начала наблюдений до 1940 г. затруднительно. Во второй половине XX ст. циклические изменения температуры воздуха в центральной части Беларуси сопровождались такими же изменениями в выпадении осадков ($r = 0,36$), которые не были тесно связаны с активностью Солнца ($r = -0,15$). В Полесье (Василевичи) — наоборот, связи между пятилетними скользящими температуры воздуха и осадками не прослеживается ($r = 0,13$). Однако между осадками и солнечной активностью обнаруживается обратная зависимость ($r = -0,37$). Засуха на Полесье более вероятна в годы максимума солнечной активности.

Существование циклов в ряду метеопказателей позволяет дополнить картину изменения климата Беларуси за последнее столетие [1, 5, 6] информацией за гидрологический год. С этой целью для каждого метеоцикла были рассчитаны среднегодовые температуры воздуха и количество осадков для каждого цикла (рис.3).

Температурный «провал» 1940–1942 гг. (иначе его трудно определить), приуроченный к глобальному потеплению в конце 30-х и первой половине 40-х гг., поделил XX ст. на два периода: первый — влажный (среднее многолетнее количество осадков для Минска — 736 мм, Василевич — 702 мм) и второй — сухой (Минск — 655 мм, Василевичи — 616 мм). Тем-

пература воздуха изменилась незначительно – увеличилась на 0,1°C в основном за счет потепления в 9-м метеоцикле. Именно «провал» отделил первый период с обратной зависимостью температуры воздуха от солнечной активности от второго с прямой зависимостью.

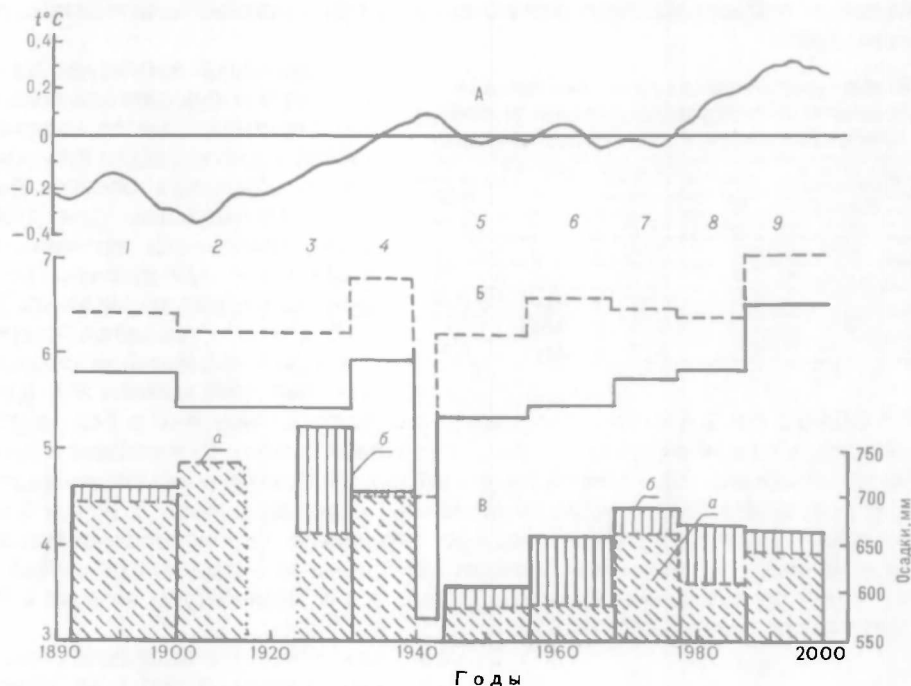


Рис.3. Изменение основных метеопказателей на станциях Минск и Василевичи: А – глобальной температуры воздуха по отношению к базисному периоду 1951–1980 гг.; Б – средней температуры воздуха в метеоциклах; В – осадков в метеоциклах (а – Василевичи, б – Минск). Арабскими цифрами обозначены метеоциклы

Во время «провала» начала 40-х гг. среднегодовая температура воздуха уменьшилась почти в два раза и достигла рекордно низких значений (2,8°C в Минске и 3,8°C в Василевичах). Средняя температура 5-го метеоцикла по сравнению с предшествующим 4-м оказалась на 0,6°C ниже как в центральной части Беларуси, так и в Полесье. Количество осадков также скачкообразно уменьшилось: на 99 мм в Минске и на 114 мм в Василевичах. Этот скачок, вероятнее всего, вызван пока еще недостаточно полно изученными естественными климатообразующими процессами и не связан с водно-земельными мелиорациями, особенно в Полесье, и с каким-либо другим антропогенным фактором.

В частности, осушение болот и заболоченных земель в этом регионе приобрело наибольший масштаб после 1965 г., когда уже происходило увеличение количества осадков в 6-м и 7-м метеоциклах. Его уменьшение в 8-м и 9-м метеоциклах не достигло значений 40-х и первой половины 50-х гг. Это обстоятельство заставляет пересмотреть роль мелиоративного фактора в изменении увлажненности как Полесья, так и сопредельных территорий. Мелиоративное освоение Полесья имеет более чем 200-летнюю историю [9].

По всей видимости, дождливые 1876–1879 гг., когда затопление охватило не только пойму Припяти, но и множество болотных массивов за ее пределами [10], начали отсчет времени влажного периода, который продолжался до 1940 г. В предшествующий, вероятно сухой, период с более высокой активностью Солнца в квазивековом цикле на Полесье засухи (1839, 1868 и 1874 гг.) чередовались с наводнениями (особенно сильными в 1845 и 1861 гг.). «Сбросить крышу с дома и сидеть на потолке в Туровщине не редкость», – замечал очевидец в 1865 г. Неустойчивый режим осадков середины XIX в., очевидно, повторяется в последней четверти XX в.

Засуха 1891 г. в земледельческой части России (на Полесье лето этого года было дождливым: за июль–август выпало 301 мм осадков) вызвала дискуссию о влиянии крупномасштабных осушительных мелиораций на климат обширных территорий [11], точно так же недобор осадков во второй половине XX в. породил противоположные выводы о климатических последствиях осушения болот и их интенсивного использования в сельском хозяйстве.

Влажный период (1–3-й метеоциклы) по времени приурочен к глобальному похолоданию. Повышение температуры воздуха в 4-м метеоцикле, синхронное с общим потеплением, сопровождалось уменьшением количества осадков. Сухой период (5–9-й метеоциклы) соответствует временному отрезку, когда температура воздуха на планете приобрела свое среднее значение. Потепление в 9-м метеоцикле на $0,7^{\circ}\text{C}$ в Минске и на $0,6^{\circ}\text{C}$ в Василевичах согласуется с общепланетарным процессом потепления, начавшимся в конце 70-х гг., и также сопровождается незначительным уменьшением осадков (см. рис. 3). Вероятно, потепление в 4-м и 9-м метеоциклах является гребнем «волны тепла» Крауса, за которым следует температурный «провал» как реакция на изменение знака солнечно-тропосферных связей.

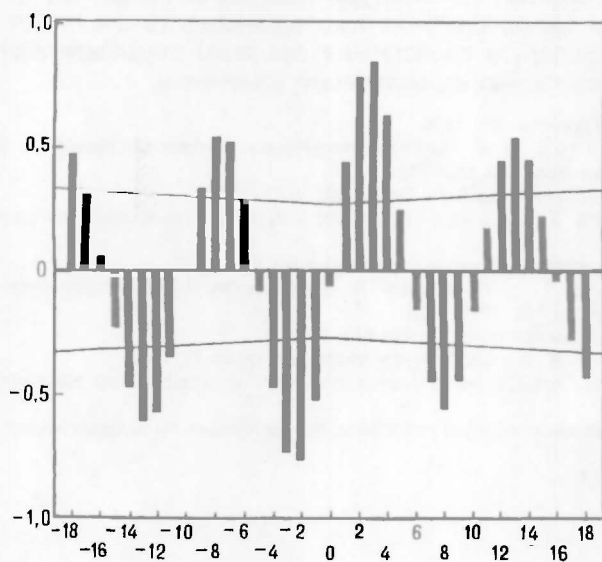


Рис. 4. График кросс-корреляции чисел Вольфа и сглаженной температуры воздуха для 1943-1997 гг. (сплошная линия — доверительный интервал, по горизонтали — числа сдвига, по вертикали — коэффициент кросс-корреляции)

Он установлен между числами Вольфа и средней температурой воздуха при лаге два гидрологических года. За год и при лаге один и три года такая связь не обнаруживается или отвечает $P = 0,05$ (соответственно $r = 0,09, 0,29$ и $0,32$). Для 6, 8 и 9-го метеоциклов также при лаге два года коэффициент корреляции ($0,60 < r < 0,68$) между числами Вольфа и средней температурой воздуха несколько ниже, чем полученный при анализе пятилетних скользящих, и отвечает только $0,01 < P < 0,05$. Мы получили также высокий коэффициент кросс-корреляции между числами Вольфа и температурой воздуха при лаге два гидрологических года, применив экспоненциальное сглаживание рядов с помощью пакета SPSS (учебная версия) (рис.4).

Минимальная средняя температура воздуха за гидрологический год на рубеже метеоциклов на два года запаздывает по сравнению с минимумами солнечной активности в 11-летних циклах. Так, ее низкие значения в 1956, 1967 и 1987 гг. (соответственно $4,1, 3,9$ и $4,3^{\circ}\text{C}$) отвечают минимумам солнечной активности в 1954, 1965 и 1985 гг. (W соответственно 3,5, 13,1 и 18,1). После минимума солнечной активности в 1996 г. ($W = 9,2$) в Беларуси наступила «самая

Вывод о зависимости климата территории в центральной части Европы от солнечной активности следует не только из анализа динамики пятилетних скользящих температур воздуха, позволяющего выявить циклы в ряду метеорологических данных. Он подтверждается также обнаруженной статистически достоверной связью между средней температурой воздуха за гидрологический год и солнечной активностью во 2-й период. Коэффициент корреляции (0,35), хотя и несколько ниже, чем полученный при операции с пятилетними скользящими, также превышает уровень значимости 0,01 уже при $df = 53$ (для метеостанции Минск).

длинная зима» 1998 г. Только в 7-м метеоцикле минимальные значения среднегодовой температуры воздуха и солнечной активности были одновременно в 1976 г. Этот вывод не распространяется на 1-й период с невысоким уровнем солнечной активности в квазивековом цикле.

В 1-й период отрицательное значение коэффициента корреляции (от $-0,11$ до $-0,16$) при сравнительно выровненном ходе среднегодовой температуры воздуха как в целом за весь период, так и в циклах позволяет говорить только о тенденции к снижению этого метеопказателя с увеличением солнечной активности. В случае с пятилетними скользящими эта тенденция, как было показано, приняла характер обратной зависимости. Только при максимальном развитии квазивекторного цикла в многолетней динамике средней температуры воздуха за гидрологический год происходит ее запаздывание относительно солнечной активности на два года.

Визуальная аппроксимизация дисперсии средней температуры воздуха за гидрологический год «гармоникой» ее пятилетней скользящей оказалась полезной для выявления метеоциклов. Корреляционный анализ позволил выделить два периода (эпохи) в климате Беларуси XX ст.: с обратной (до 1940 г.) и прямой (после 1942 г.) зависимостью температуры воздуха от солнечной активности, разделенных резким, скачкообразным похолоданием в 1940 – 1942 гг.

Таким образом, климату Беларуси свойственна солнечно обусловленная цикличность на фоне общепланетарных климатических изменений.

1. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф.Логинова. Мн., 1996.
2. Шерстюков Б.Г., Логинов В.Ф. Короткопериодические циклические изменения в нижней атмосфере и гелиогеофизические процессы. М., 1986.
3. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. 2-е изд. М., 1976.
4. Мак-Кормак Б., Селига Т., Робертс У. и др. Солнечно-земные связи, погода и климат/ Пер. с англ. М., 1982.
5. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Мн., 1992.
6. Шкляр А.Х., Киселев В.Н., Завриев А.В. // Комплексные экспериментальные исследования ландшафтов Белоруссии. Мн., 1973. С.76.
7. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. 2-е изд. Мн., 1967.
8. Сазонов Б.И., Логинов В.Ф. Солнечно-тропосферные связи. Л., 1969.
9. Киселев В.Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения. Мн., 1987.
10. Танфильев Г.И. // Приложения к Очерку работ Западной экспедиции по осушению болот. 1873–1898. СПб., 1899. С.133.
11. Воейков А.И. // Там же. С.1.

Поступила в редакцию 21.04.99.

УДК 504.75.06.:379.8:711.558

А.И. ТАРАСЕНКО

ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРАВОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ФОРМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ БЕЛАРУСИ

There is shown the necessity for the introduction of a common «ecological tourism» notion with the aim to optimize the recreational activity at nature protected territories. The principal scheme for the regulation of ecotourist activity at the national parks of Belarus is offered. The basis of it are the provisions of law of the Republic of Belarus «On Specially Protected Territories and Objects».

Для поиска решения глобальных проблем цивилизации сегодня разрабатывается концепция устойчивого развития, воплощением которой в ближайшем будущем должно стать изменение принципов деятельности человека в сторону долгосрочной экологической стратегии. Она основана на осознании того, что существует особая категория природных ресурсов, имеющих способность истощаться. Это – экологические ресурсы, представляющие собой сбалансированную совокупность взаимосвязанных средообразующих компонентов природы (как живой, так и неживой), формировавшиеся в ходе эволюции живого вещества планеты [6, с.420.]. Рациональное использование экологических ресурсов подразумевает организа-

цию хозяйственной деятельности со сбалансированной территориально-отраслевой структурой, являющейся гарантом существования естественных экосистем. Основной проблемой в осуществлении рационализации является противоречие между природоохранным и экономическим интересами. Одним из способов разрешения этого противоречия в современных условиях может стать развитие туризма. Расширение спроса на туристско-рекреационные занятия требует резервирования природных территорий, а значит, ограничивает проведение на них любых видов хозяйственной деятельности и благотворно сказывается на региональном экоразвитии [4, с.144]. Особое место в данном случае занимает новое направление туризма – *экологический туризм*. На конференции ВТО, которая состоялась в 1991 г. на Канарских островах, отмечалось, что экотуризм не должен быть ограничен определенными специфическими экспериментами, а должен стать одним из главных факторов развития туризма.

Понятие экологического туризма зародилось как экономико-маркетинговая категория. Появление *субрынка* под названием “eco-tour” стало реакцией на выделение нового *сегмента** туристского спроса, который характеризуется высокой степенью экологизации потребностей, желанием человека отдыхать в экологически безопасной для здоровья среде. В рамках концепции устойчивого развития восприятия экотуризма как формы потребления недостаточно, так как оно не отражает характера природопользования в рамках экотуристской деятельности. Понятие экологического туризма как особой формы использования природных ресурсов обосновано нами в [5, с.113], как вид организованной познавательно-оздоровительной деятельности в свободное время, характеризующийся неприсваивающим природопользованием, связанный с временной миграцией и пребыванием в естественной среде. Его следует назвать *биосферным* экотуризмом, так как существуют другие формы туристской деятельности, имеющие право называться экологическими (например, туризм, совмещаемый с участием в природоохранных акциях).

В национальных парках (НП) любой вид рекреационной деятельности может обладать определенной степенью познавательности [1, с.77]. Это позволяет трансформировать традиционные виды отдыха в биосферный экотуризм за исключением промысловых и моторных видов туризма. Для оптимизации любых видов и форм рекреационной деятельности в национальных парках необходима правовая основа, которой является закон «Об особо охраняемых природных территориях и объектах». Согласно положениям Закона, приемлемым является сочетание функций НП с его территориальными подразделениями, представленное в табл.1. Приведенная регламентирующе-правовая модель является основой для построения любой параметрической модели оптимального функционирования НП как природоохранного института. Как видно из табл.1, в Законе отсутствует категорическое запрещение какого-либо вида деятельности в НП, что следует признать его недостатком, так как это вызывает ряд разночтений и противоречий в статьях и придает модели рекомендательный характер. Что касается организации туристско-рекреационной деятельности, то неопределенность ее места в заповедной зоне и зоне регулируемого использования можно объяснить невыработанностью единых стандартов в туристской терминологии и в неадекватном подходе к пониманию влияния туризма на состояние природной среды. Решение данной проблемы видится в выделении из сферы туризма биосферного экотуризма, которому принадлежал бы приоритет в организации туристско-рекреационного обслуживания в НП.

Биосферный экотуризм является самым экологически безопасным видом природопользования. В его рамках познание может идти в русле либо образовательного процесса, либо простого ознакомления. При этом обра-

* О субрынках говорят, когда речь идет о структуре предложения, а о сегментах рынка – когда изучается спрос.

зовательный процесс связан с целенаправленным и тематическим получением сведений об изученных элементах экосистемы, а ознакомительный – с непрофессиональным наблюдением за природой. Оздоровление может проходить в пассивной форме (стационарное нахождение в природной среде), активной (связанной с переходами туриста от одного интересующего природного объекта к другому) и спортивной (преодоление естественных препятствий при прохождении категорийных маршрутов). Мультиплицирование названных составляющих и сочетание их элементов дает шесть форм биосферного экотуризма, различающихся по степени интенсивности рекреационного природопользования (табл.2).

Таблица 1

Степень правовой комплементарности функций в национальных парках Беларуси*

Зоны НП	Функции НП					
	Охрана природных комплексов	Охрана культурного наследия	Научно-исследовательская	Общественно-информационная	Рекреационная	Хозяйственная
Заповедная	++++	++	++++	++++	—	—
Регулируемого использования	++++	++++	++	++	—	—
Рекреационная	++	++	++	+++	++++	+
Хозяйственная	++	++	+++	++	+++	++

Примечание. Функции: +++ основная целевая, ++ рекомендуемая, + нейтральная, + нерекомендуемая, — сильно ограниченная или может быть запрещена Положением о НП.

*Составлена автором на основании статей 17, 20, 24, 29 Закона Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» [2].

Таблица 2

Мультиплицирование биосферного экотуризма по интенсивности использования рекреационных ресурсов

Познавательные виды экотуризма	Оздоровительные виды экотуризма		
	Пассивный	Активный	Спортивный
Образовательный	Образовательно-пассивный	Образовательно-активный	Образовательно-спортивный
Ознакомительный	Ознакомительно-пассивный	Ознакомительно-активный	Ознакомительно-спортивный

Целесообразность такого разделения экотуризма подтверждается практикой организации этого вида деятельности на природоохранных территориях, где функциональное зонирование предусматривает различные режимы природопользования (табл. 3). Соответствие различных форм экотуризма функциональным зонам НП определяется двумя разными позициями.

Таблица 3

Комплементарность форм биосферного экотуризма в национальном парке*

Формы экотуризма	Функциональные зоны			
	Заповедная	Регулируемого использования	Рекреационная	Хозяйственная
Образовательно-пассивный	+++	++	+++	++
Образовательно-активный	+	++	++	++
Образовательно-спортивный	—	—	+++	+++
Ознакомительно-пассивный	—	++	+++	+
Ознакомительно-активный	—	+	+++	++
Ознакомительно-спортивный	—	—	+++	+++

Примечание. Формы: +++ рекомендуемая, ++ нейтральная, + нерекомендуемая, — должна быть запрещена Положением о национальном парке.

*Составлена автором с учетом статей 17, 20, 24, 29 закона РБ «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» [2].

Первая основана на том, что реализуемая форма биосферного экотуризма тем агрессивнее, чем интенсивнее турист перемещается в естественно-природном пространстве. Интенсивность определяется временем и скоростью активного передвижения туриста с целью удовлетворения рекреационных потребностей.

В основе второй позиции лежит принцип рационального использования природных рекреационных ресурсов. Сущность его в следующем: научно-познавательная информация, которую несет в себе объект природы, должна быть использована в наиболее полном объеме. Однако если объект или экосистема ценны с точки зрения проведения научных исследований, то их потенциал не стоит использовать в ознакомительных целях. Лучше заменить их менее ценными объектами, вовлечение которых в рекреационно-ресурсный цикл не ухудшит качества экотуристского обслуживания, но зато уменьшит нагрузку на уникальные объекты природы. В отличие от первого подхода, рациональное использование познавательного потенциала позволяет разумно распределять экотуристский поток на используемой природной территории.

В заключение отметим, что сегодня существует проблема общей нострификации термина «экологический туризм»: если нет конкретного понимания термина – нет возможности его полноценного применения в научных исследованиях и правовых документах. Результатом этого, в связи с размытостью границ лексического значения термина, неизбежно станет дискредитация целесообразности употребления самого понятия «экотуризм». Актуальность выделения этого понятия заключается в разграничении с его помощью туризма по степени приемлемости для различных по уникальности и ценности природных комплексов. Необходимость такой дифференциации обнаруживается при попытке решения конфликтной ситуации между природоохранными и рекреационно-хозяйственными интересами природопользователей на природоохранных территориях (например, в Нарочанском регионе [3]). Из этого вполне обоснованно вытекает необходимость выделения в правовом порядке категории экологического туризма из туристской сферы, как имеющего наибольшие перспективы устойчивого развития и самого цивилизованного вида рекреационной деятельности.

1. Забелина Н. М. Национальный парк. М., 1987.
2. Закон Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях и объектах» // Народная газета. 1994. №230(996). С.4.
3. Лиштвак И. И., Парфенов В. И., Богданов С. В., Ярошевич Л. М. // Природные ресурсы: Бюл. 1997. №3. С.78.
4. Тарасенок А. И. // Материалы конференции по устойчивому развитию населенных пунктов и территории (Минск, 25–26.11.1998). Мн., 1998. С. 143.
5. Он же. // Гуманит.-экан. весн. 1999. №1. С.109.
6. Энциклопедия природы Беларуси: У 5 т. Мн., 1986. Т.5.

Поступила в редакцию 12.05.99.

УДК 551.24/21

Р.Е. АЙЗБЕРГ, Р.Г. ГАРЕЦКИЙ, Т.А. СТАРЧИК

ВЕНДСКИЙ И ДЕВОНСКИЙ МАГМАТИЗМ ЮГА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО КРАТОНА: ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

The Vendian and Devonian magmatic complexes of the region are associated with continental rifting zones. The Pripyat-Donets volcanogenic belt of Devonian age had been developed from the junction of the three-radial rift system as a ray gradually disappearing from east to west. The Volyn volcanites were accumulated along a presumably active ray subparallel to the spreading axis in the Teisseyre-Tornquist zone. This is responsible for petrochemical differences between the studied formations.

Проявления вендского и девонского магматизма в южной части Восточно-Европейского кратона (ВЕК) отражают корреляцию внутри- и окраинно-плитных геодинамических событий, особенности структур, контролирующих магматические формации.

Волынская трапповая серия верхнего венда развита вдоль юго-западного края ВЕК, субпараллельно линии Тейссейра–Торнквиста (Т–Т). Ее протяженность составляет 770 км с северо-запада на юго-восток от Белостока (Польша) до Котовска (Украина) (рис. 1). Максимальная мощность эффу-

зивно-осадочных образований достигает 600 м. Они залегают на разновозрастных терригенных образованиях рифея – нижнего венда и перекрываются нормально-осадочными терригенными отложениями валдайской серии верхнего венда и балтийской серии нижнего кембрия. Выше залегают морские терригенные и карбонатные породы каледонского комплекса. Формирование всей этой толщи пород происходило в пределах Балтийско-Приднестровской системы перикратонных опусканий – пассивной окраины ВЕК в венде – раннем палеозое [1,2].

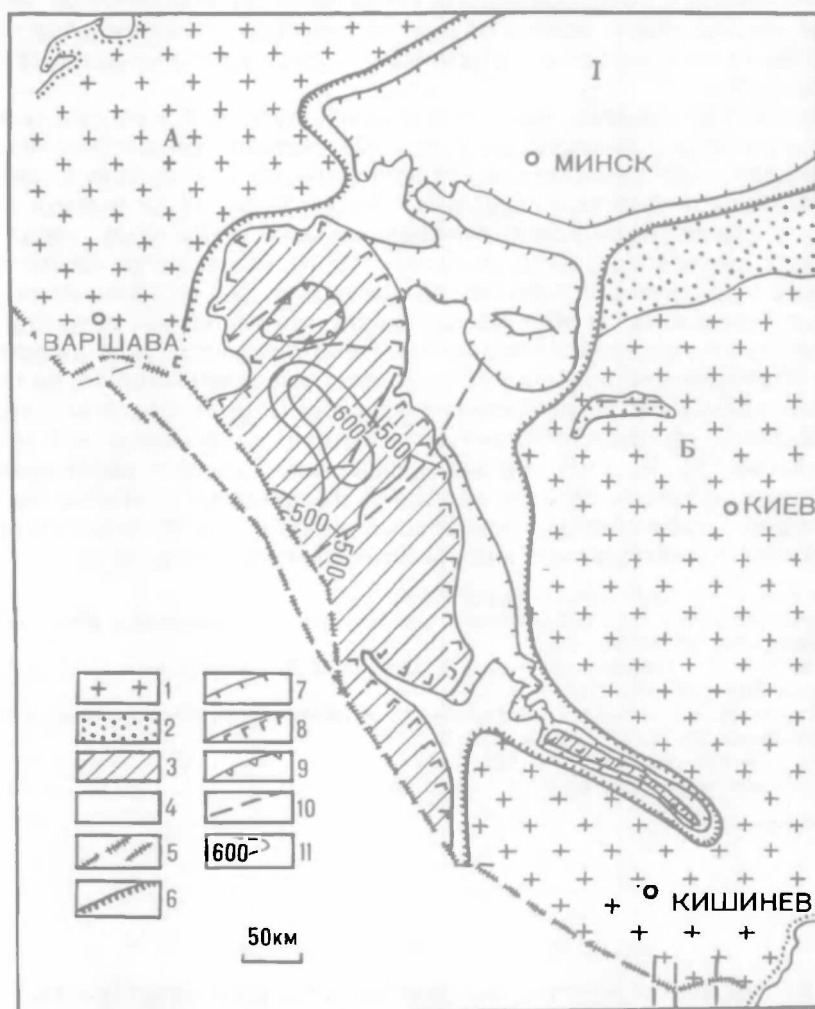


Рис. 1. Палеотектоническая карта запада Восточно-Европейской платформы. Венд (волынское время) [2]. 1 – щиты: А – Балтийский, Б – Сарматский; 2 – более древний (доволынский) чехол вне области седиментации; области развития: 3 – вулканогенно-осадочных и 4 – туфогенно-осадочных пород; 5 – краевой шов, ограничивающий Восточно-Европейскую платформу; границы распространения волыньских образований: 6 – первоначальные предполагаемые, 7 – современные, 8 – эффузивов основного состава (базальтовая формация), 9 – эффузивов среднего и кислого составов (липарито-дацитовая формация); 10 – разломы; 11 – изопахиты вулканогенно-осадочной толщи, ограничивающие область максимальных мощностей (в метрах). I – Кобринско-Могилевский палеопрогиб

Волынская трапповая формация является бимодальной. Вулканы основного состава преобладают и тяготеют к нижней части разреза, где выделяется три подтолщи. Вулканы среднего и кислого состава (андезиты, андезитовые порфиры, дациты-андезиты, дацитовые порфиры) залегают в

средней и верхней его частях и развиты только на территории современной Подляско-Брестской впадины (см. рис.1). Выделяется также и верхняя подтолща основных эффузивных пород, но она распространена лишь на севере. Характер размещения отдельных подтолщ трапповой формации и закономерности изменения их мощности свидетельствуют о миграции центров вулканической деятельности с юга на север и постепенном ее затухании на юге [3]. Самая нижняя подтолща развита только на юге. Наибольшая мощность отдельных подтолщ увеличивается с юга на север. Вулканическая деятельность проявилась главным образом в виде трещинных излияний. Вулканы центрального типа, лавы среднего и кислого состава играли подчиненную роль.

В составе волынской трапповой формации выделяется также гипабиссальный комплекс, отнесенный к ранней фазе ее проявления [4]. Это – интрузии габбро-диабазов. К Волынскому палеопрогибу приурочено мощное (до 108 м) полого секущее тело (силл) протяженностью в сотни километров. Неизменные разности пород представлены габбро-долеритами. Имеется также единичная находка дайки, сложенной пикритовым габбро.

Отличительная особенность петрохимии волынских вулканитов – невысокое содержание K_2O в породах, мало подвергшихся вторичным изменениям. В эффузивах южной части Подляско-Брестской впадины оно составляет 0,19 – 0,41%, увеличиваясь в северном направлении в среднем до 1,9% [5]. Минимальное содержание K_2O (всего 0,12%) отмечено в породах дайкового комплекса [4].

Низкокалийевые базальты континентов являются обязательным членом трапповых провинций Земли [6]. По составу они наиболее близки к толеитовым базальтам срединно-океанских хребтов и могут рассматриваться как их аналоги на континентах. Геодинамические условия формирования трапповых провинций соответствуют перерастанию континентального рифтогенеза в океанский. Широкое же развитие низкокалийевых толеитов далеко за пределами приокеанских зон континентов свидетельствует о рассеивании напряжений растяжения на большие расстояния от дивергентных границ плит.

Сравнение петрохимических особенностей эффузивного и гипабиссального комплексов волынской трапповой серии с химическим составом толеитовых базальтов континентов и срединно-океанских хребтов [6] свидетельствует о том, что неизменные разности волынских магматических пород по большинству показателей соответствуют низко-, умеренно- и высококалийевым толеитам трапповых провинций Земли (соответственно с содержанием K_2O : <0,4; 0,4–0,72; >0,72%). При этом отдельные образцы эффузивного комплекса южной части Подляско-Брестской впадины, а также развитого южнее гипабиссального комплекса Волынской впадины вполне отвечают характеристике низкокалийевых толеитов срединно-океанских хребтов (K_2O < 0,4%; SiO_2 – 49–50%), указывая на начало развития в позднебайкальский этап вдоль западной границы БЕК дивергентных процессов с образованием океанской коры. Волынские базальты формировались во время рифтовой стадии, предшествовавшей раскрытию океана Торнквиста в позднем венде – раннем кембрии [7].

Распределение вкрест простирания линии Т–Т фаций пород, перекрывающих волынские вулканиты, и положение в разрезе самой трапповой формации соответствуют схеме формирования пассивно-континентальных окраин над расходящимися бортами прежних континентальных рифтов [8]. В идеальном случае в основании каждой из пассивных окраин будет находиться только “полуграбен”. Возможно вендские вулканиты – это пояс платобазальтов, который сформировался на восточном плече континентального рифта, “полуграбен” которого погребен под аккумулятивными образованиями пассивной окраины БЕК.

Проявления позднедевонского вулканизма на юго-западе БЕК территориально приурочены к Припятскому и Днепровскому прогибам, складчатому

Донбассу (Припятско-Донецкий палеорифт) и к юго-восточному склону Воронежской антеклизы. Вулканыты этого протяженного (1200 км) пояса представлены несколькими магматическими формациями, выделенными по соотношению и преобладанию однотипных породных групп [9]. Распределение их как в вертикальных разрезах названных структур, так и по латерали с востока на запад, а также петрохимические различия в однотипных породах можно использовать в качестве показателей геодинамического развития юго-западной части ВЕК в средне-позднепалеозойское время. Наибольший интерес в этом отношении представляют базальты толеитовой серии, входящие в несколько магматических формаций, а также показатель щелочности для различных породных групп.

Толеитовые базальты развиты на юго-восточном склоне Воронежской антеклизы в виде покровов позднефранского возраста, в переходной зоне от Донбасса к Днепровскому прогибу, отнесенные по времени проявления к раннефранскому хроно [9], а также повсеместно на территории Днепровского прогиба в виде даек и малых тел диабазов (реже долеритов) и габбро-диабазов в разрезах девонских отложений. В Припятском прогибе базальты отсутствуют. Несмотря на их широкий территориальный разброс и некоторую асинхронность проявления, базальтам толеитовой серии свойственно постоянство химического и минерального состава, за исключением содержания K_2O , которое заметно увеличивается в западном направлении. В дайковом комплексе Днепровского прогиба оно в 2,5 раза превосходит показатель по базальтам Воронежской антеклизы с необычайно низким содержанием в 0,09 – 0,24 мас. %.

Припятско-Донецкий авлакоген можно рассматривать как отмершую типовую ветвь трехлучевой рифтовой системы, в которой складчатый Донбасс, находящийся на краю ВЕК в точке сочленения Припятско-Донецкого палеорифта с Прикаспийской впадиной, занимает особое положение. Он прошел все стадии развития рифта с последующим его закрытием и складчатостью, что нашло отражение в трех этапах магматической деятельности: доскладчатой среднепалеозойской, складчатой позднепалеозойской и послескладчатой мезозойской. Доскладчатые магматические комплексы включают в себя толеит-базальтовую группу, а также ряд щелочных образований – от умеренно щелочных базальтоидов до ультраосновных пород повышенной калиево-натриевой щелочности. При этом поздние дифференциаты умеренно щелочной ассоциации представлены кислой породной группой – риолитами [9] и составляют бимодальную вулканическую серию. В целом девонские вулканыты Донбасса с их типоморфными признаками можно рассматривать в качестве полного набора индикаторов геодинамической обстановки внутриконтинентального рифтогенеза [8, 10 и др.].

О затухании с востока на запад процессов, связанных с формированием дивергентных границ плит в глубь ВЕК по системе Припятско-Донецкого палеорифта, свидетельствует и увеличение в том же направлении показателя щелочности вулканытов. Подобная зависимость хорошо прослеживается на примере миграции ареалов развития во времени и пространстве щелочности вулканических серий вдоль Восточно-Африканской рифтовой системы по направлению от плюма – точки ее сочленения с Красным морем и Адениским заливом [10]. Эти серии образуют латеральный ряд ассоциаций: толеит-риолитовая → щелочных базальтов-комендитов → базанит-фонолитов → нефелинитов. По аналогии с этой схемой в латеральном ряду крайними его членами являются на востоке вулканическая ассоциация Донбасса – толеит-риолитовая, а на западе – комплекс ультраосновных щелочных пород Припятского прогиба, который более всего отвечает нефелиновой ассоциации. Значительная часть вулканытов этого прогиба (главным образом нефелинитов и щелочных трахитов) пересыщена щелочами ($Na_2O + K_2O$) / ($Al_2O_3 > 1$) на фоне недостатка кремнезема [11].

Вулканыты Днепровского прогиба и зоны сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом Украинского щита имеют натриевую

специфику, а Припятского прогиба – калиевую [12], что может свидетельствовать о залегании аномальной мантии под Припятским прогибом в условиях более высокого давления. Ассоциация пород щелочно-ультраосновой – щелочно-базальтоидной магматической формации Припятского прогиба образовалась вследствие дифференциации исходной щелочно-ультраосновой магмы, поднявшейся со значительно больших глубин (более 100 – 150 км), чем глубины зарождения базальтовых магм [13]. Породы, связанные с началом тектонической активности, имеют более ультраосновой (глубинный) состав. По мере формирования сети разломов (магмовыводящих путей) происходила дифференциация исходной щелочно-ультраосновой магмы в промежуточных камерах на разных уровнях, давших разнообразие пород основного, среднего и даже кислого состава.

Особенно показательна в этом отношении эволюция магматизма Припятского прогиба (рис. 2). Вулканомагматическая деятельность началась со специфических проявлений в виде трубок взрыва (диатрем) за пределами Припятского грабена – на Северном плече Припятского прогиба и Жлобинской седловине, и совпала с самой начальной фазой рифтинга. По времени проявления – это раннеречицкие (начало позднефранского времени) диатремы Жлобинского поля. Уваровичское поле развития более молодых поздневоронежско-раннеевлановских (позднефранское время) диатрем расположено значительно южнее. Позднеевлановско-ливенская фаза вулканизма проявилась в основном в пределах южной части Северо-Припятского плеча и Гомельской перемычки, т.е. еще ближе к Северо-Припятскому краевому разлому.

Трубки взрыва перечисленных полей изучены бурением и стратифицированы по времени проявления [14]. Многие из них хорошо выделяются в магнитном, реже – в гравитационном полях и картируются сейсморазведкой. На временных разрезах фиксируется разный уровень проникновения субвулканических тел – от кристаллического фундамента до межсолевых отложений включительно [15]. Активная вулканическая деятельность в пределах самого Припятского грабена и на Брагинско-Лоевской седловине происходила в самом конце позднефранского и в фаменское время (зрелая фаза рифтинга) и соответствовала “пику” развития высокоамплитудных краевых и внутренних антитетических разломов Припятского прогиба.

С этой схемой развития коррелируется и состав магматитов. Трубки взрыва сложены преимущественно калиевыми щелочно-ультраосновными породами семейств меланофоидитов-фельдшпатоидных пикритов [16], а магматическая формация Припятского грабена и Брагинско-Лоевской седловины представлена ассоциацией ультраосновных щелочных пород разнообразного петрографического состава [13]. Здесь установлены верхнефранские вулканы центрального и трещинного типа, сложенные трахитами и трахибазальтами. Максимальная мощность вулканогенных пород достигает 1900 м. Эта толща кроме эффузивных содержит также субвулканические породы – силлы сиенит-порфиров, суммарной мощностью до 1030 м. Более значительным по площади (2000 км²) и мощности (до 2300 м) было проявление фаменского вулканизма. Преобладали вулканы центрального типа с лавами базальтоидного (нефелиниты, лейциты и их туфы), среднего (трахиты) и смешанного состава.

Сходство позиций вендских и девонских вулканогенных формаций заключается в том, что они связаны с зонами континентального рифтогенеза, формировались в условиях растяжения земной коры, которое сопровождалось дивергентными процессами на границах плит. Различия же обусловлены тем, что девонский вулканогенный пояс развивался от точки сочленения трехлучевой рифтовой системы как постепенно отмирающий с востока на запад луч, уходящий в тело древнего кратона, а волынские вулканы формировались вдоль предполагаемого активного луча субпараллельно оси спрединга. Отсюда вытекают все различия, отразившиеся в петрохимических характеристиках магматических формаций.

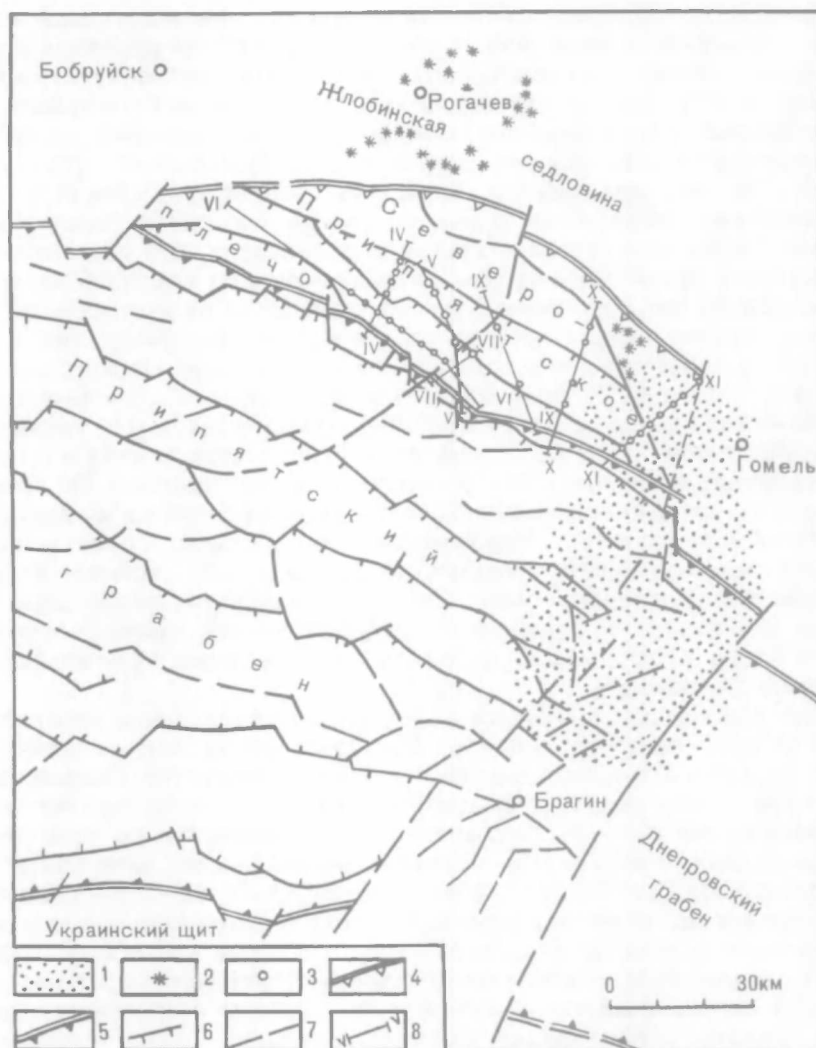


Рис. 2. Схема размещения верхнедевонской вулканогенной формации Припятского пояса рифтогенеза. 1 – область развития верхнефранско-фаменской вулканогенной формации Припятского прогиба; 2 – трубки взрыва, установленные бурением (по данным Н.В.Веретенникова, В.П.Корзуна, Е.А.Никитина и др.); 3 – субвулканические тела, установленные сейсморазведкой (по данным С.В.Клушина и др.); разломы, ограничивающие: 4 – Припятский прогиб, 5 – Припятский и Днепровский грабены, 6 – ступени Припятского прогиба; 7 – прочие разломы; 8 – сейсмические профили

Изложенные данные показывают, что залегание вендских платобазальтов в основании аккумулятивной призмы пассивно-континентальной окраины юго-запада ВЕК свидетельствуют о более "продвинутой" стадии дивергентного процесса по сравнению с геодинамическими условиями формирования позднедевонских вулканитов Припятско-Донецкого палеорифта.

1. Зиновенко Г.В. Балтийско-Приднестровская зона перикратонных опусканий. Мн., 1986.
2. Гарецкий Р.Г., Зиновенко Г.В. // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М., 1994. С. 176.
3. Зиновенко Г.В. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С.61.
4. Воловник Б.Я. // Геотектоника Вольно-Подольи. Киев, 1990. С.76.
5. Махнач А.С., Веретенников Н.В. Вулканогенная формация верхнего протерозоя (венда) Белоруссии. Мн., 1970.
6. Гладких В.С., Гусев Г.С. // Геотектоника. 1993. № 5. С.44.
7. Никишин А.М., Фурнэ А.В., Циглер П. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1997. № 4. С.12.
8. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. // Палеогеодинамика. М., 1993.

9. Ляшкевич З.М. // Магматизм Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта. Киев, 1987.
10. Сейферт К.К. // Структурная геология и тектоника плит. М., 1991. Т.3. С.72.
11. Корзун В.П., Махнач А.С. // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М., 1994. С.195.
12. Ляшкевич З.М. // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М., 1994. С.183.
13. Корзун В.П. // Проблемы тектоники Припятского прогиба. Мн., 1974. С. 178.
14. Кручек С.А., Обуховская Т.Г. // Проблемы осадочной геологии: Тез. докл. междунар. конф. СПб., 1998. С. 102.
15. Клушин С.В., Коженев В.Я., Шаяхметов Ф.Ш. // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М., 1994. С. 191.
16. Веретенников Н.В., Корзун В.П., Корнейчик А.В. и др. // Минерально-сырьевая база Республики Беларусь: состояние и перспективы. Тез. докл. научн.-техн. конф. Мн., 1997. С.101.

Поступила в редакцию 30.03.99.

УДК 631.432+504.53.06

Е.И.ГАЛАЙ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАССОЛОВ НА СОРБЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

The influence of brine of clay-salt slime on sorption and electro-physical properties of the soil is considered. The quantity of sorption of brines in sod-podsol and peat soils is defined. The influence of brines on the soil acidity and electric conductivity is also exposed.

При производстве калийных удобрений образуется значительное количество отходов – глинисто-солевых шламов и их рассолов. На ПО «Беларуськалий» образуется более 10 тыс. м³ в сутки жидких отходов. На территории объединения и прилегающей к ней происходит засоление почв и подземных вод, затопление и заболачивание земель, вследствие чего они выбывают из сельскохозяйственного оборота. Поэтому с точки зрения охраны окружающей среды проблемы утилизации глинисто-солевых шламов и их рассолов чрезвычайно актуальны.

Рассолы глинисто-солевых шламов (РГСШ) характеризуются большим количеством хлористых солей Na и K, наличием сульфатов кальция, магния, микроэлементов: Mn, Zn, Co, Si, B и др. Присутствие в составе рассолов K, Na, Ca позволяет использовать их в качестве сырья для получения мелиорантов-депрессоров поступления радионуклидов (Cs-137, Sr-90) в растения. Химический состав рассолов предопределяет поиски сельскохозяйственного направления их использования. Однако рассолы глинисто-солевых шламов, как и другие жидкие промышленные отходы, характеризуются неблагоприятным соотношением одно- и двухвалентных катионов. Преобладание в составе РГСШ одновалентных ионов и обуславливает характер воздействия рассолов на структуру, водно-физические, физико-химические свойства почв.

Целью данной работы явилось исследование воздействия рассолов глинисто-солевых шламов на сорбционные и электрофизические свойства почв. В качестве объектов исследования использованы торфяная почва опытно-производственного хозяйства «Будагово» (Минская область, Смолевичский р-н), дерново-подзолистая почва экспериментальной базы ИПИПРЭ «Дукора» (Минская обл., Пуховичский р-н). Основные физико-химические характеристики почв и РГСШ приведены в таблице. Влияние рассолов на кислотность почвы определяли pH-метром. Изменение электропроводности почв под воздействием рассолов исследовали кондуктометрическим методом.

Наличие в РГСШ растворимых элементов обуславливает высокую миграционную способность рассолов. Сорбционные свойства почвы определяют особенности перераспределения в ней влаги и солей. С увеличением

емкости поглощающего комплекса уменьшается миграционный перенос солей.

Физико-химическая характеристика объектов исследования

Почва	рН	Химический состав									
		% на сухое вещество						1·10 ⁻³ % на сухое вещество			
		CaO	MnO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Na ₂ O	MnO	Co	Mo	Ni	Zn
Дерново-подзолистая	6,9	0,81	0,42	1,72	0,16	0,64	0,049	6,4	5,0	5,9	15,0
Торфяно-болотная	7,1	10,40	2,28	1,49	0,94	2,03	0,085	11,3	5,0	8,9	58,0
		г/л						мг/л			
РГСШ	6,6	3,69	0,69	4,85	8,0	113,56	2,78	0,13	—	0,14	0,26

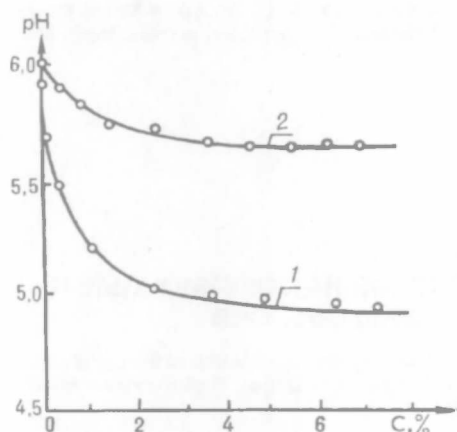


Рис.1. Изменение кислотности дерново-подзоистой (1) и торфяно-болотной (2) почвы в зависимости от концентрации РГСШ

Экспериментально установлено, что емкость сорбции солей РГСШ торфяной почвой значительно выше, чем дерново-подзоистой. Это обусловлено тем, что содержание гуминовых веществ в органогенной почве больше, чем в минеральной. Среднее содержание гуминовых кислот и фульвокислот в торфяно-болотной почве низинного типа составляет 39,1 и 16,8%; в дерново-подзоистой – соответственно 20 и 25%. [1]. Функциональные группы ответственны за емкость поглощения и кислотные свойства почвы. В связи с большим количеством функциональных групп и их разнообразием в составе гуминовых веществ торфяной почвы увеличивается сорбция ею солей РГСШ. Этому

способствует также наличие развитой поверхности раздела фаз и участие в процессах ионного обмена как поверхностных активных групп торфа, так и групп внутри пористых рыхлых частиц. Торфяно-болотной почвой поглощается до 0,22% солей РГСШ в расчете на сухое вещество (с. в.) почвы. Доза рассолов и их состав определяют величину поглощения. При малых концентрациях РГСШ (до 0,05% на с.в.) все соли сорбируются почвой. По мере роста количества вносимых рассолов часть их не взаимодействует с почвой: из 0,38% солей почвой поглощается 0,21% на с.в. Изотерма сорбции торфяно-болотной почвой РГСШ носит выпуклый характер. В этом случае катионы слабо поглощаются почвой и в большом количестве мигрируют в ней. Сорбция РГСШ дерново-подзоистой почвой незначительна. Установлено, что при использовании рассолов уменьшается величина рН органогенной и минеральной почв. Увеличение кислотности под воздействием рассолов больше в дерново-подзоистой почве, чем в торфяной. Буферность органогенной почвы по отношению к изменению реакции среды выше вследствие значительной емкости поглощения. Для почв высокой буферности (торфяно-болотной) кривая изменения рН при титровании отличается постепенностью изменений, в то время как для почв малой буферности она характеризуется резкостью перехода (рис.1). Так, при внесении 2,5% солей РГСШ на с.в. изменение кислотности составляет в дерново-подзоистой почве 1 единицу, в торфяно-болотной – 0,3 единицы по сравнению с исходной почвой. Влияние рассолов на кислотные свойства органогенной почвы мало и заметно проявляется до содержания РГСШ 1,5% на с.в.; введение в дерново-подзоистую почву рассола в количестве < 2,5% на с.в. значительно уменьшает величину рН. Дальнейший рост концентрации техногенных рассолов незначительно влияет на кислотность.

Емкость поглощения почвами РГСШ возрастает с увеличением рН. Об ионообменных процессах в почвах свидетельствует изменение ее электро-

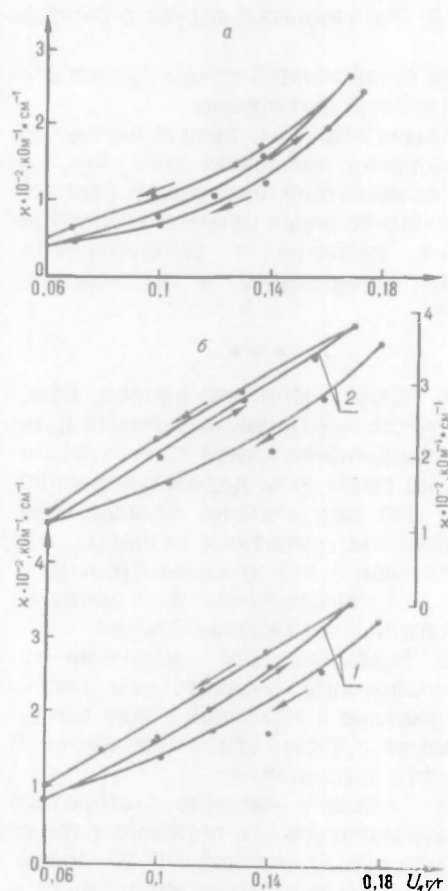


Рис. 2. Изменение удельной электропроводности порового раствора дерново-подзолистой почвы при разных дозах РГСШ:
а) – 50 кг/га, б) – 250 кг/га (1), 500 кг/га (2) солей

слабо взаимодействуют с почвой, что отражается на величине электропроводности. Под воздействием техногенных рассолов значительно увеличивается дисперсность, уже становятся поры, больше усадка и уплотнение при высыхании. В связи с изменением структуры уменьшается интенсивность обмена катионов, а также понижается подвижность элементов. Поэтому с уменьшением влажности почв уменьшается их электропроводность. В результате внесения 250 кг/га солей РГСШ в дерново-подзолистую почву удельная электропроводность порового раствора в диапазоне влаго-содержаний 0,18–0,10 г/г уменьшается на $2 \cdot 10^2 \text{ кОм}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ (рис.2). Дальнейшая потеря влаги почвой сопровождается незначительным изменением электропроводности.

С ростом концентрации рассолов соответствующим образом изменяется электропроводность с увеличением количества ионов. В результате обработки почвы РГСШ абсолютная величина гистерезиса электропроводности порового раствора дерново-подзолистой почвы изменяется от $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ кОм}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ (50 кг/га солей) до $3,8 \cdot 10^{-2} \text{ кОм}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ (500 кг/га солей).

В торфяной почве по сравнению с дерново-подзолистой гистерезис электропроводности значительно меньше. При использовании 500 кг/га солей РГСШ абсолютная величина гистерезиса порового раствора составляет $0,5 \cdot 10^{-2} \text{ кОм}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ при влаго-содержании 1,6 – 1,1 г/г (рис.3). Это обусловлено значительным поглощением ионов рассолов торфяной почвой, что подтверждается также повышением электропроводности в конечной точке пет-

проводности. Установлено наличие гистерезиса электропроводности модифицированной РГСШ почвы при ее увлажнении-высушивании. При одной и той же влажности, но разном составе почвенного поглощающего комплекса, электропроводность почвы не одинаковая. Гистерезис электропроводности почвы обусловлен процессами сорбции поливалентных ионов на ее структурных составляющих. Первоначально ионы сорбируются быстро, потом сорбция существенно замедляется. При этом в поверхностных слоях частиц содержится больше сорбируемых и меньше десорбируемых ионов, чем в центре. В связи с этим в почве наблюдается меньшая концентрация ионов, что сказывается на электропроводности. Гистерезис проявляется в медленных обратимых химических реакциях. К основным причинам этого явления относятся пространственная труднодоступность отдельных сорбционных мест, малая скорость протекания реакции, многоступенчатость почвенных процессов, неоднородность почвенных систем [2,3]. С введением в почву электролитов происходит изменение pH, катионного и анионного состава вследствие взаимодействия ионов рассолов с почвенным поглощающим комплексом. В составе РГСШ преобладают одновалентные катионы, которые

ли гистерезиса по сравнению с начальной. Это свидетельствует о необратимой фиксации части ионов почвой.

Кроме того, при различном увлажнении органогенной почвы существенно изменяются ее свойства, в том числе и электрофизические.

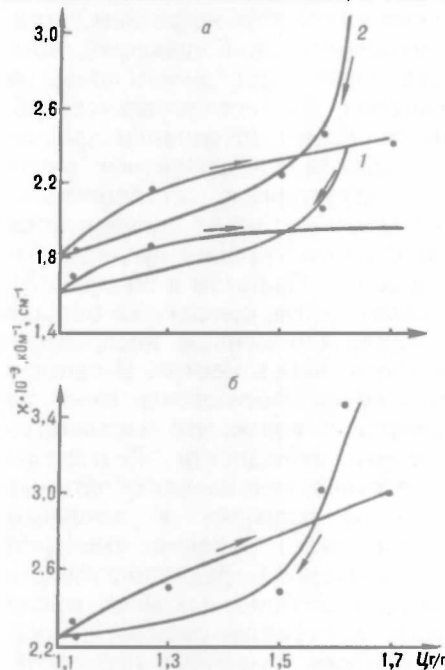


Рис.3. Изменение удельной электропроводности порового раствора торфяной почвы при разных дозах РГСШ:

а) – 50 г/га (1), 250 г/га (2); б) – 500 г/га солей

Таким образом, выполненные исследования позволили выяснить, какое воздействие оказывают рассолы глинисто-солевых шламов на сорбционные свойства и электропроводность минеральной и органогенной почв.

1. Установлено, что емкость сорбции рассолов глинисто-солевых шламов торфяно-болотной почвой значительно выше, чем дерново-подзолистой. Это обусловлено большим содержанием гуминовых веществ, а в их составе – значительным количеством и разнообразием функциональных групп в органогенной почве.

2. Выявлено, что изменение кислотности под воздействием рассолов меньше в торфяной почве вследствие ее буферности и значительной емкости поглощения.

3. Показано наличие гистерезиса электропроводности порового раствора модифицированной РГСШ почвы, возникающего в цикле увлажнение – высушивание. Гистерезис электро-

проводности обусловлен процессами сорбции поливалентных ионов рассолов почвой.

4. Установлено, что величина гистерезиса электропроводности возрастает по мере роста содержания ионов поливалентных металлов в составе РГСШ и с увеличением влажности почвы.

5. Гистерезис электропроводности обработанной РГСШ торфяной почвы меньше, чем дерново-подзолистой. Это обусловлено значительным поглощением ионов рассолов органогенной почвой и изменением ее свойств в условиях увлажнения - высушивания.

1. Орлов Д. С. Химия почв. М., 1985.

2. Савич В. И. // Изв. ТСХА. 1970. № 5. С. 110.

3. Савич В. И., Котелева В. В., Калина Н. М. и др. // Изв. ТСХА. 1977. № 1. С. 87.

Поступила в редакцию 18.06.99.

УДК 622. 323: 550. 8

Е.Б. АНТИПИН

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ

Influence drilling of boreholes on lithosphere, water, soils, vegetation on territory the Polessie is shown.

На пороге уходящего столетия можно уверенно сказать, что на территории Белорусского Полесья сложилась крайне сложная геоэкологическая си-

туация, вызванная негативными последствиями проведения геологоразведочных работ и эксплуатации нефтяных месторождений в Припятском прогибе.

Объектом техногенного воздействия на верхнюю часть литосферы является геологическая среда, которая включает такие природные компоненты, как горные породы, поверхностные и подземные воды, почвы и рельеф [1]. В результате освоения нефтяных месторождений происходят необратимые трансформации как глубоко погруженных горизонтов платформенного чехла, так и земной поверхности. Такие изменения оказывают существенное влияние на экологическую обстановку.

Для Белорусского Полесья типичны низменные природные комплексы, в меньшей мере распространены средневысотные. Ландшафтную структуру Белорусского Полесья определяют аллювиальные террасированные (около половины территории), пойменные, вторичные водно-ледниковые, моренно-зандровые ландшафты и нерасчлененные комплексы с преобладанием болот [2].

К настоящему времени на территории Белорусского Полесья открыто 62 месторождения нефти, из которых 46 разрабатывается, 8 являются разведываемыми, а 8 законсервировано. В рассматриваемом регионе пробурено около 2 тыс. скважин (глубиной от 2,0 до 5,4 км) на нефть различного назначения. Скопления нефти в Припятском прогибе находятся в подсолевых терригенных (пашийский, кыновский горизонты), подсолевых карбонатных (саргаевский, семилукский, воронежский), межсолевых (задонский, елецкий) и внутрисолевых (лебединский) отложениях девона. Глубина их залегания изменяется от 1612 м (Березинское месторождение) до 4580 м (Первомайское месторождение). Площадь нефтяных залежей варьируется от 1–2 км² до 50 км² (Речицкое месторождение). Мощность нефтенасыщенных пород составляет от 1–2 до 180 м.

Последствия бурения скважин и эксплуатации открытых месторождений нефти приводят к резкому возрастанию загрязнения геологической среды, которые по условиям их образования можно разделить на эксплуатационные (очистка сеток, выбросит; шлам; отработанная вода в системе охлаждения; геофизические исследования скважин; перфорация; закачка кислоты, солянки в скважины), технические (обмыв буровых труб; явление сифона; дополнительное загрязнение раствора после цементирования), аварийные (нефтеводогазопроявления; прорыв трубопроводов; аварийные ситуации – слом, обрыв, полет, прихват, заклинка бурового инструмента и обсадной колонны и т.д.), природные (дождевые и талые воды).

В результате проведения геологоразведочных работ и нефтедобычи в Припятском прогибе возникают прежде всего изменения в горных породах платформенного чехла. В большинстве пробуренных скважин под давлением образуются каверны и трещины в породах верхнесолевой толщи. Подобные явления происходят в результате использования при бурении агрессивных буровых растворов. При бурении скважин с земной поверхности открывается доступ в осадочные образования биосферного вещества (вод, газов, твердых тел и живых организмов), что способствует развитию процессов физического, химического, биологического выветривания, созданию принципиально новых физико-химических и биохимических условий в глубокозалегающих горизонтах. Вскрытие и разрушение буровым инструментом горных пород приводит к падению внутрислоевого давления, изменению напряженного состояния пород в массиве, вызывает дегазацию пород и вод, а также происходит изменение температурного режима пород, слагающих данные слои.

При проведении буровых работ и разработке залежей нефти используются буровые растворы сложного химического состава, обработанные химическими реагентами, нефти- и инертноэмульсионным составом на углеродной основе. В результате применения кислотной обработки пород, буровых растворов возникает угроза загрязнения подземных вод, этому также

способствуют попутные воды, извлекаемые совместно с нефтью из продуктивного пласта, шлам.

Технология бурения скважин в зависимости от их глубины предусматривает приготовление от 250 м³ до 1000 м³ и более бурового раствора. В состав буровых растворов наряду с различными химическими компонентами входят поверхностно-активные вещества (ПАВ). Использование их при поиске, разведке и добыче нефти приводит к ускорению процесса бурения, увеличению нефтеотдачи пластов, очистке ствола скважины, однако они легко проникают в водоемы, грунтовые и подземные воды, т.е. увеличивают степень загрязнения геологической среды. Следует отметить способность ПАВ легко увлекать за собой жидкие и твердые загрязнения в смеси с другими веществами, значительно увеличивая токсичность, губительно воздействуя на живые организмы и повышая степень поражения геологической среды.

В процессе геологоразведочных работ на нефть в виде попутного продукта извлекаются высокоминерализованные рассолы. Состав природных рассолов характеризуется наличием разных химических элементов (бром, железо, натрий, хлор, бор, стронций, калий, магний и др.). Обладая токсичностью и попадая на поверхность из недр земли, рассолы загрязняют территории разработки месторождений.

Среди различных компонентов геологической среды Полесья заметно трансформирован рельеф земной поверхности. Это вызвано прежде всего сооружением буровых площадок, строительством дорог, ЛЭП, бытовых помещений, земляных амбаров, отстойников и их обваловок, что приводит к формированию на этой территории техногенных форм рельефа. Измененные территории исключаются из хозяйственного пользования и, как правило, являются эрозионно-опасными.

Бурение скважин разных категорий сопровождается образованием значительных объемов (в среднем до 4–5 тыс. м³) буровых сточных вод, которые обычно загрязнены нефтепродуктами, органическими соединениями, щелочами, содержат значительное количество взвешенных частиц. Буровые стоки способствуют техногенному засолению и загрязнению поверхностных и грунтовых вод, так как амбарный способ их хранения не обеспечивает соблюдения природоохранных мер. Площадь участков засоления в районе амбаров достигает 4,5 га, а для всего региона Припятского прогиба – 9 тыс. га. Содержание солей в почвенном слое изменяется от 0,5 г/кг (на границе ореолов) до 20–30 г/кг у амбаров. В составе солей преобладают хлориды натрия, наблюдается повышенная минерализация грунтовых вод до 50–60 г/л. Исследованиями БелНИГРИ установлено, что даже после проведения рекультивации на местах амбаров в понижениях образуются скопления загрязненной воды (скв. 3 – Мармовичская). На площадках нефтяных скважин установлено загрязнение подземных, поверхностных вод и грунтов нефтепродуктами, химическими реагентами и высокоминерализованными рассолами. При этом загрязнения прослеживаются по площади и глубине в течение 10–15 лет.

На территории Белорусского Полесья отмечается загрязнение поверхностных вод в результате попадания нефти в водоемы, болотные массивы и реки, расположенные вблизи буровых площадок. На поверхности воды образуются нефтяные пленки, которые препятствуют нормальной жизнедеятельности живых организмов и водной растительности. Постепенно начинается процесс разложения нефти и образования нефтяного «мусса». Быстрее всего поверхность очищается от нефти во время дождя, когда разбиваются слики и большая часть нефти опускается на дно или в толщу воды. Однако со временем эта нефть вновь поднимается на поверхность. В пасмурные дни количество всплывающей нефти наиболее значительно, и в результате поверхность воды оказывается более загрязненной. Необходимо отметить способность нефти накапливаться в донных осадках, а затем по прошествии иногда весьма длительного промежутка времени вновь

всплывать на поверхность. Скорость разложения нефтепродуктов в донных осадках чрезвычайно мала ввиду отсутствия ультрафиолетового облучения и часто анаэробных условий. В донных осадках накопленная нефть во многих случаях практически не разлагается [3].

В ходе проведения геологоразведочных работ и бурении скважин на нефть в процессе их испытания на земную поверхность нередко попадает значительное количество сырой нефти и высокоминерализованных вод, что приводит к интенсивному загрязнению почвенного покрова. В пределах Белорусского Полесья под обустройство каждой скважины отчуждается от 2,3 до 3,05 га земли. Всего под нефтяные скважины было задействовано 5892,6 га земли. Эта территория подвергалась и продолжает подвергаться опасности загрязнения сырой нефтью, буровыми стоками и высокоминерализованными рассолами. Загрязнение почв нефтепродуктами влечет нарушение воздушного режима и водных свойств почв. При закупоривании капилляров почв нефтью и жидкими отходами бурения нарушается аэрация и создаются анаэробные условия в почвенных процессах. Отмечается изменение и в населяющих почву живых микроорганизмах, снижается численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и бактерий, усваивающих соединения азота. Происходит угнетение окислительно-восстановительных ферментативных процессов, что в конечном счете снижает биологическую активность и плодородие почв. Кроме того, в результате длительного бурения скважин давление, возникающее за счет буровых станков, приводит к уплотнению почвенного покрова и поверхностных слоев литосферы. Нагрузки от станка на 1 см площади достигают 0,4–1,0 кг, что вызывает нарушение физико-механических свойств пород. На территории буровой в процессе работы различных технических средств и механизмов происходит потеря и утечка нефтепродуктов и их среднее содержание в почве изменяется в пределах от 3 до 16 г на 100 г почвы [4].

При загрязнении нефтью почвенного покрова может увеличиваться содержание органического углерода и битуминозных компонентов по всему почвенному профилю (нефть содержит около 85% углерода). Вредное влияние нефтепродуктов отмечается для многих видов почв, а процессы самоочищения протекают медленно.

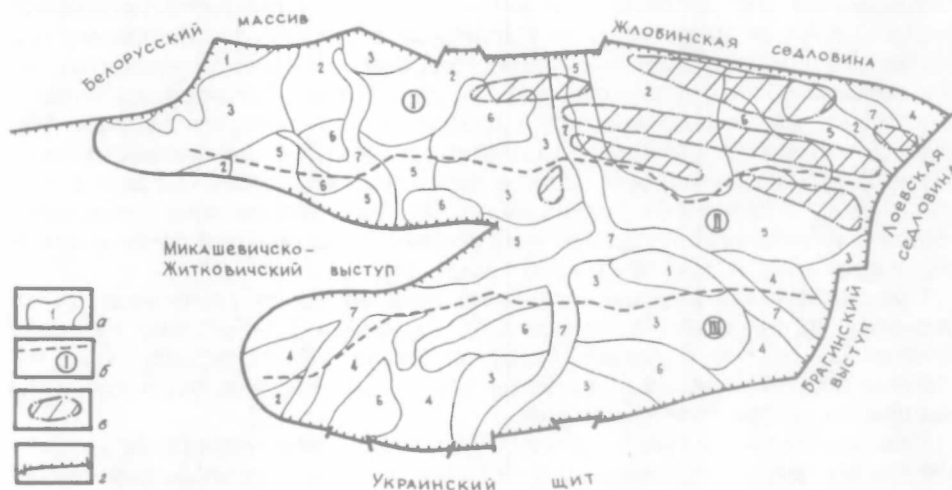
Под воздействием геологоразведочных работ изменяется структура растительного покрова Белорусского Полесья. Изучение последствий загрязнения территории отходами бурения показывает, что на всех пораженных участках наблюдается лишь незначительное восстановление растительности. Даже по истечении 15 лет растительность восстанавливается менее чем наполовину. Во всех случаях сразу после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров почти полностью уничтожается.

На начальной стадии разработки месторождений растительный покров начинает ощущать на себе негативное воздействие геологоразведочных работ. Прежде всего растительный покров подвергается механическому воздействию, при котором он либо полностью уничтожается, либо очень сильно нарушается. К этому приводит вырубка древостоя, последующая раскорчевка, уничтожение почвенного покрова при планировке буровой площадки. Установлено, что после проведения первичных мероприятий по подготовке скважин к бурению и в период последующей их эксплуатации на насыпях и валах формируются растительные сообщества в разреженной форме. Внешне они не несут каких-либо признаков угнетения, однако изменены некоторые их свойства. Так, у мать-и-мачехи листья и черешки стали более упругими и устойчивыми к механическим воздействиям. Наиболее вероятно, что это связано с обогащенностью субстрата кальцием, который поступает в почву с буровым раствором. На выровненных участках буровых площадок формируются сообщества иных видов, нежели на валах. Наиболее характерны разнотравно-злаковые группировки, где широко представлены луговик дернистый, мятлик луговой, подорожник, тысячелистник.

Влияние минерализованных вод на растительность четко выражено на расстоянии до 5 м от потока. У хвойных пород древостоя наблюдается пожелтение хвои и побегов, у лиственных – либо полное, либо частичное пожелтение листьев по краю листовой пластинки (хлороз).

Иной характер имеют нарушения растительного покрова при воздействии на него изливающейся нефти и нефтепродуктов. Результатом разлива является полная гибель липняка снытьево-ясменникового и другой растительности. У видов, расположенных на некотором расстоянии от места разлива, встречаются морфологические нарушения: искривление стеблей, скрученность листьев, наличие опухолей.

Период самовосстановления растительного покрова после загрязнения его нефтесодержащими отходами бурения зависит от климатических условий. По результатам проведенных исследований на загрязненных нефтью и рассолами площадках отмечался угнетенный характер растительности или ее отсутствие (скв.2 – Мармовичская, скв.19 – Сосновская, скв.1 – Каменская и др.). Даже через 10 лет на рекультивированных площадках наблюдалось угнетение и гибель сельскохозяйственных культур (скв.1 – Холопеничская, скв.3 – Речицкая, скв.9 – Восточно-Первомайская).



Степень трансформации геологической среды Белорусского Полесья:

а – природные комплексы: 1 – холмисто-моренно-эрозийные с дубово-еловыми, дубовыми и хвоевыми лесами на дерново-подзолистых почвах; 2 – моренно-зандровые с дубово-еловыми, дубово-хвоевыми лесами на дерново-подзолистых почвах; 3 – водно-ледниковые с хвоевыми, дубово-хвоевыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых заболоченных почвах; 4 – аллювиальные террасированные с хвоевыми, дубово-хвоевыми, дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах и низинными болотами; 5 – озерно-аллювиальные с хвоевыми, дубово-хвоевыми, широколиственными лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах; 6 – озерно-болотные с хвоевыми и черноопуховыми лесами, болотами на торфяно-болотных почвах; 7 – пойменные с лугами, дубравами на дерновых заболоченных почвах, низинными болотами на торфяно-болотных почвах;

б – области геозоологических ситуаций, связанные с геологоразведочными работами на нефть: I – сложные, II – средней сложности, III – простые ситуации;

в – районы весьма сложных геозоологических ситуаций, связанных с добычей нефти;

г – главные разломы Припятского прогиба.

Таким образом, значительную роль в техногенной трансформации геологической среды Белорусского Полесья играет проведение геологоразведочных работ и эксплуатация нефтяных месторождений. При этом в верхнюю часть литосферы поступает большое количество весьма разных по химическим свойствам веществ, что способствует изменению сложившегося природного равновесия и перестройке геологической среды в целом. Техногенному воздействию подвергаются как глубоко погруженные горизонты платформенного чехла и подземная гидросфера, так и природные компоненты земной поверхности: поверхностные воды, почвы, растительный покров. Под влиянием геологоразведочных работ и разработки нефтяных месторождений в геологической среде нарушается естественный ход природных процессов, что ведет к возникновению крайне сложных геозоологических ситуаций в регионе.

В связи с изложенным, на территории Белорусского Полесья можно выделить геоэкологические области и районы с различной степенью трансформации природных комплексов и геологической среды в целом (рисунок).

1. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др.; Под ред. В.Т.Трофимова. 1997.
2. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Хараницева Г.Т. и др. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И.Марцинкевич, Н.К.Клицунова. Мн., 1989.
3. Ведомственные материалы: Загрязнение окружающей среды. Мн., 1995.
4. Косаревиц И.В., Шеметов В.Ю., Гончаренко А.П. Экология бурения. Мн., 1994

Поступила в редакцию 16.08.99.

УДК 631.417.2

Н.К. ЧЕРТКО, А.А. КАРПИЧЕНКО

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ

The transformation and mineralogical structure of the organic and mineral complex of the optimized peat and mineral soils is reviewed.

Органо-минеральный комплекс является одним из важнейших компонентов почвы. Он определяет характер миграции химических элементов, степень их доступности для растений, буферные свойства почвы и др. Состав минеральной и органической составляющей органо-минерального отражает направление элементарного почвенного процесса, показывает его влияние на формирование химических и физико-химических свойств почвы и их внутрипрофильную дифференциацию. В то же время сохраняется дискуссионность в оценке интенсивности и направленности внутрипочвенного преобразования органо-минерального комплекса. Поэтому глубокое понимание процессов, ведущих к его образованию и трансформации, является одной из важнейших задач теоретического и прикладного почвоведения.

Согласно различным литературным источникам [1–3], органо-минеральный комплекс почв формируется за счет соединения различных компонентов гумуса (гуминовых кислот и гумина) с глинистыми минералами, которые преобладают в высокодисперсной фракции почвы и представлены главным образом слоистыми, кристаллическими, а также аморфными алюмосиликатами. По данным [1], фиксации гуматов и фульватов способствует химический состав поверхности коллоидов, в частности количество алюминия и железа, присутствие поглощенных и свободных кальция, магния, нейтральная реакция, влажность, близкая к максимальной гигроскопической. Формированию комплекса гуминовой кислоты с минеральной частью почвы препятствуют: присутствие низкодисперсных глинистых минералов, кварца, аморфного кремнезема, поглощенного и свободного натрия, калия; щелочная реакция; отрицательный заряд коллоидов, их гидрофильность, влажность, превышающая максимальную гигроскопичность. При этом по величине комплексования гуматов в убывающем порядке минералы располагаются в ряд: гипс > гидрооксид алюминия, монтмориллонит, вермикулит, хлорит > мусковит, кальцит > каолинит. Кварц и аморфный кремнезем с гуматами не комплексуются. Одна из важнейших составляющих органо-минерального комплекса – глинистые минералы, состав которых различен на различных стадиях почвообразования и выветривания и определяется соотношением количества унаследованных, новообразованных и трансформированных структур [4]. Устойчивые и измененные глинистые минералы практически полностью представлены механически унаследованными от исходной породы частицами. Трансформация глинистых минералов протекает двумя способами: путем удаления отдельных компонентов, входящих в структуру глинистых минералов, или деградационным; путем присоединения структурных компонентов, или аградационным [4]. В большинстве

случаев кислая среда способствует деградационным процессам, щелочная – аградационным. Трансформация глинистых минералов не всегда приводит к смене вида минерала, в нем могут протекать изоморфные процессы [3]. Связь глинистых минералов и гуминовых кислот, согласно [5], происходит следующим образом. Гуминовые кислоты, состоящие из «конденсированных» частей «ядер» ароматической или алкилароматической природы, алифатическими цепями соединяются между собой. Алифатические цепи связывают гуминовые кислоты с глинистыми минералами посредством катионов и оксигидрооксидов. Таким путем формируется сеть, которая захватывает наиболее крупные и неэкстрагируемые биомолекулы (полисахариды, гидрофобные липиды и протеины), которые оказываются «защищенными» от микробного разложения. По мере развития этих соединений путем полимеризации ядер, сопровождающейся уменьшением количества боковых цепей, ароматичность гуминовых кислот возрастает [2]. В результате указанных преобразований формируется биохимически устойчивый органо-минеральный комплекс почвы. По данным [5], органо-минеральные вещества различным образом влияют на почвообразование. Они могут образовывать подвижные комплексы мелких молекул, либо, напротив, нерастворимые вещества крупных молекул, взаимодействующих с глинистыми минералами.

Нами изучался состав и свойства органо-минерального комплекса оптимизированных торфяных и дерново-подзолистых глееватых почв способом землевания и торфования через двадцать лет после проведения оптимизации. Исследовалась связь структуры, состава и свойств глинистых минералов, входящих в органо-минеральный комплекс, с химическими и физико-химическими характеристиками почвы; их происхождение и трансформация под действием геохимических процессов, протекающих в почвах при их оптимизации.

Полевые опыты по исследованию органо-минерального комплекса проводились в оптимизированных почвах ОПХ «Будагово» НИИ животноводства (Смолевичский район Минской области). Опыты с внесением минерального грунта (1500–2250 т/га) закладывались на маломощной торфяной почве. Торфование дозой 400 т/га торфа применялось для оптимизации дерново-подзолистой глееватой осушенной связносупесчаной почвы. В результате оптимизировались все агрохимические показатели почв. Анализы проводились в Лаборатории физико-химического анализа Института геологических наук НАН Беларуси с целью определения количественного содержания глинистых минералов. Для исследования применялся метод количественного рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН-3М. Результаты исследований показаны в таблице.

Количественное содержание глинистых минералов

Почва	Варианты опыта	Смектиты-вермикулиты	Гидрофлюиды	Каолинит	Хлорит
Торфяная	Фон *	—	—	—	—
	Контроль + 1500 т/га супеси	52	16	21	10
	Контроль + 2250 т/га супеси	50	17	22	10
Минеральная	Фон	54	13	20	12
	Фон + 400 т/га торфа	52	12	22	12

Примечание: * – в данном варианте опыта фракция менее 0,005 мм представлена органическим веществом, а глинистые минералы отсутствуют и сведения для этого образца не получены.

На основании анализа минералогического состава органо-минерального комплекса, сформировавшегося за двадцать лет на оптимизированных торфяных почвах, были выявлены следующие особенности:

1. В образцах, отобранных на контрольном участке, глинистые минералы отсутствуют, а фракция размером менее 0,005 мм представлена органическим веществом.
2. Содержание глинистых минералов в вариантах с внесением 1500 и 2250 т/га минерального грунта, близкое по значению.
3. Среди глинистых минералов доминирующее положение занимают смектиты-вермикулиты, составляющие 50–52% от общего содержания гли-

нистых минералов, далее следуют каолинит (21–22%), гидрослюды (16–17%), хлорит (10%).

Оптимизированные дерново-подзолистые почвы имеют схожие характеристики, но в то же время есть некоторые отличия:

- более высокое содержание смектитов-вермикулитов (до 54%) и хлорита (12%), наблюдается снижение содержания гидрослюд (12–13%);

- количественное содержание глинистых минералов на контрольном и оптимизированном участках отличается незначительно.

Из экспериментальных данных следует, что минералогический состав оптимизированных торфяных почв формировался исключительно за счет глинистых минералов вносимого грунта с последующей их незначительной трансформацией. Из-за отсутствия существенных различий в количественном составе глинистых минералов в вариантах опыта с внесением 1500 и 2250 т/га супеси вытекает, что геохимические процессы изменения глинистых минералов в этих почвах тождественны и совпадают по величине.

Для оптимизированных минеральных почв характерно абсолютное преобладание в их составе слоистых глинистых минералов унаследованных структур, что согласуется с [3]. В то же время, видимо, имела место некоторая трансформация смектитов-вермикулитов и гидрослюд в каолинит, хотя возможность данных превращений в условиях Беларуси ставится под сомнение.

В формировании органо-минерального комплекса оптимизированных почв ведущую роль выполняют вторичные слоистые глинистые минералы типа смектитов-вермикулитов при участии гидрослюд и хлорита. Из них триоктаэдрический вермикулит, обладающий высокой удельной поверхностью (до 800 см²/г) и большой емкостью катионного обмена – 140–200 мг-экв/100 г [6], характеризуется значительной величиной поглощения гуматов [1]. Второстепенная роль в органо-минеральном комплексе принадлежит каолиниту, имеющему небольшую емкость поглощения катионов (1–15 мг-экв/100 г) [6] и незначительное комплексообразование с гуматами [1]. Следовательно, органо-минеральный комплекс обладает высокой ионообменной емкостью, так как 76–79% его составляют минералы с высокой сорбционной емкостью поглощения. Наблюдаемая устойчивость структуры глинистых минералов объясняется уровнем кислотности почвы, близком к нейтральному, при котором аградационно-деградационные процессы трансформации глинистых минералов незначительны, а главенствующую роль приобретают процессы фиксации гуминовых кислот минеральными коллоидами с образованием органо-минеральных соединений, обладающих значительной величиной емкости катионного обмена. В результате этого повышается буферная способность оптимизированных почв [1,3,5].

* * *

1. Оптимизация минеральных и торфяных почв способами торфования и землевания обогащает почвы органическим веществом и глинистыми минералами.

2. В составе глинистых минералов преобладают смектиты-вермикулиты с высокой емкостью поглощения, которые с гуминовыми кислотами и гумином образуют устойчивые органо-минеральные комплексы.

3. Сформировавшийся органо-минеральный комплекс при нейтральной реакции среды препятствует проявлению биохимического процесса, что снижает минерализацию органического вещества, сохраняет гумус, а, значит, повышает плодородие почвы.

1. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв. М., 1974.

2. Лиштван И. И., Дударчик В. М., Бамбалов Н. Н., Юркевич Е. А. // Весці АН БССР. Сер. хім. навук. Мн., 1986. №5.

3. Курачев В. М. Минеральная основа почвенного поглощающего комплекса. Новосибирск, 1991.

4. Милло Ж. Геология глин. Л., 1968.

5. Дюшофур Ф. // Почвоведение. М., 1998. №7.

6. Ладонин Д. В. // Там же. М., 1997. №12.

Поступила в редакцию 01.09.99.



БЕЛОРУССКО-ЛИТОВСКИЙ СЕМИНАР ПО ТРАНСГРАНИЧНОМУ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ

Развитие многостороннего и эффективного приграничного сотрудничества является приоритетной задачей любой страны. Особенно велика актуальность и практическая значимость такого сотрудничества на постсоветском пространстве, где идет создание и обустройство границ независимых государств, формирование их самостоятельной социально-экономической и пространственной политики. Одновременно возникает необходимость согласования тех вопросов, которые представляют общий интерес и имеют межгосударственное значение. К ним относятся развитие международной и межрегиональной транспортной и инженерной инфраструктуры, решение проблем охраны и рационального использования природной среды, экономического и культурного сотрудничества, миграции людей, создание пограничных переходов и т.д.

Это ставит новые задачи перед трансграничным территориальным планированием, включая институциональные, нормативно-правовые, методические и содержательные его основы, а также географическое обоснование территориального развития приграничного региона. Рассмотрению содержания проблем и возможностей сотрудничества в сфере территориального планирования был посвящен белорусско-литовский семинар, который проходил в г. Лида (Гродненская обл.) с 22 по 23 июля 1999 г. Семинар был организован рабочей группой по трансграничному территориальному планированию двухсторонней белорусско-литовской комиссии по вопросам торгово-экономического сотрудничества. Кураторами семинара выступили Министерство архитектуры и строительства Беларуси и Министерство окружающей среды Литвы. Его участниками являлись ученые и специалисты научно-исследовательских и проектных институтов БелНИИПградостроительства (Беларусь), «Урбанистика» (Литва), а также представители природоохранных, архитектурных, транспортных, таможенных, пограничных и землеустроительных органов и ряда региональных администраций Республики Беларусь и Литовской Республики.

Наибольший интерес и оживленную дискуссию вызвали пленарные доклады, посвященные общей концепции и содержанию территориального планирования двух стран, в том числе перспективным направлением трансграничного развития между ними. Указанные доклады были представлены зам. министра окружающей среды Литвы В. Янонисом и зам. директора по науке БелНИИПградостроительства Д.И. Семенкевичем. На их основании были обозначены общая стратегия и содержание наиболее приоритетного развития белорусско-литовского трансграничного региона, включая разработку вопросов устойчивого использования территории; охраны природной среды, сохранения историко-культурного наследия; поддержания ландшафтного и биологического разнообразия, развития приграничной и транспортной инфраструктуры; совершенствование систем расселения; межграничных контактов и информационного обеспечения; развития приграничного туризма. В специальных докладах и выступлениях участников семинара подчеркивалось, что процесс согласованного развития трансграничных территорий между нашими странами должен базироваться на всесторонней оценке природно-ресурсного, демо-

графического и экономического потенциалов, выявлении их пространственного различия. Это позволит более обоснованно разработать предложения правительствам обоих государств по выработке политических решений и стимулировании приоритетных направлений развития приграничных регионов (докл. Г. Герчис, И. Саткунас (Литва); Л.К. Смирнова, Н.И. Дубовой (Беларусь)). Подчеркивалось, что одной из важных задач трансграничного территориального планирования является совершенствование трансграничных взаимосвязей и формирование оптимальной сети переходов (докл. И.С. Борисик (Беларусь), Н.Саулюс (Литва)), а также создание территориально целостной сети охраняемых природных территорий (докл. В.М. Яцухно (Беларусь)).

Что касается последней, то проведенные научные исследования показали, что в белорусско-литовском приграничье имеются предпосылки для создания 24 охраняемых природных территорий. Только в пределах Беларуси их площадь составит свыше 98,0 тыс. га, а общая протяженность государственной границы в их пределах будет составлять 102,0 км, или 22 %.

Основным результатом белорусско-литовского семинара явилась разработка концепции трансграничного территориального развития между Беларусью и Литвой. Главное положение данной концепции изложили директор БелНИИПградо-строительства В.П. Ивлиев (Беларусь) и директор департамента территориального планирования Министерства окружающей среды Литвы А. Гордявичус. При этом было указано, что успешная практическая реализация идеи нуждается в участии в ней специалистов географического профиля, способных к комплексному анализу и синтезу природных и хозяйственных систем. Принято решение, что белорусско-литовский семинар по трансграничному территориальному планированию будет проводиться ежегодно поочередно в каждой из стран.

30 ЛЕТ КАФЕДРЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Кафедра геодезии и картографии Белгосуниверситета была создана в октябре 1969г. на базе кафедры физической географии материков и океанов. Одним из инициаторов ее создания был профессор В.Г. Завриев. Коллектив кафедры состоял из шести преподавателей: зав. кафедрой – доцент В.Я. Крищанович, доценты Р.А. Жmoidяк, Б.А. Медведев, ст. преп. Л.Д. Мельникова, С.Ф. Драко и преп. А.А. Беспалый.

С 1980 г. кафедрой заведует заслуженный работник народного образования Белоруссии профессор Р.А. Жmoidяк.

В настоящее время штат кафедры насчитывает 13 человек: зав. кафедрой профессор Р.А. Жmoidяк, доценты Л.В. Атоян, Ф.Е. Шалькевич, ст. преп. Л.Д. Мельникова, П.П. Явид, преп. З.Н. Пантелеева, А.П. Романкевич, инженеры А.Я. Ветчинкин, В.М. Каштанов, И.П. Сквернюк, ст. лаб. А.А. Топаз, лаб. О.П. Кривицкая и И.П. Ермакович.

На протяжении 30 лет кафедра геодезии и картографии обеспечивает учебный процесс по следующим основным дисциплинам и спецкурсам: "Топография с основами геодезии", "Картография", "Аэрокосмические методы географических исследований", "Социально-экономическая картография", "Физико-географическое картографирование", "Экологическое картографирование", "Математическая картография", "Тематическое дешифрирование", "Космические методы изучения природы", "Основы фотограмметрии" и др. На кафедре ведется подготовка студентов по специализации "Картография".

В последние годы в учебный процесс стали внедряться компьютерные технологии. Студенты обучаются основам автоматизированного создания карт на базе персонального компьютера и прикладных графических программ.

Сотрудники кафедры являются авторами большого количества учебно-методической литературы, в том числе учебных пособий для вузов: "Лабораторные занятия по картографии" (В.Я. Крищанович, 1960), "Лабораторные занятия по топографии с основами геодезии" (Р.А. Жmoidяк, В.Я. Крищанович, Б.А. Медведев, 1968, 1979), "Экономическая картография" (Р.А. Жmoidяк, В.Я.Крищанович, 1973),

"Полевая практика по топографии с основами геодезии" (Р.А. Жмойдяк, Б.А. Медведев, 1987), "Сельское хозяйство Белоруссии" (В.Я. Науменко, Р.А. Жмойдяк, 1988), "Контурные карты Беларуси" (И.Н. Гавриленко, Р.А. Жмойдяк, 1997). Составлен атлас "Изучение Земли из космоса" (Ф.Е. Шалькевич, Р.А. Жмойдяк), а также ряд карт: карта населения Белоруссии в масштабе 1 : 4 000 000 в Атласе БССР (1958), авторские и составительские оригиналы на территорию Белоруссии для Государственной карты населения СССР (1977), настенная физико-географическая карта Беларуси масштаба 1 : 500 000; серия карт по земельным угодьям, сельскому хозяйству, образованию, здравоохранению и культуре для Атласа Республики Беларусь (1990, 1998); составлены рукописные карты в разных масштабах по населению, здравоохранению, образованию, торговле и бытовому обслуживанию для территории Беларуси и ее регионов.

Сотрудниками кафедры опубликовано более 500 научных статей в различных изданиях, включая БелЭН.

Совместно с НИЛ экологии ландшафтов проведены исследования по изучению сработки торфа и изменению рельефа методом повторных нивелировок на многих стационарных площадках в различных физико-географических провинциях республики. Методом повторных фототеодолитных съемок исследованы рост оврагов и динамика эрозионных процессов почвенного покрова в пределах Новогрудской возвышенности; с помощью дистанционных методов исследованы структура и динамика почвенного покрова различных районов Беларуси.

Кафедра геодезии и картографии Белорусского государственного университета успешно сотрудничает с аналогичными кафедрами вузов Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, Харькова и др.

Ее коллектив внес большой вклад в проектирование, строительство и благоустройство учебно-географической станции "Зап. Березина", а также обеспечение учебных практик картами и аэрофотоснимками на территорию станции и ее окрестностей.

Выпускники кафедры работают в различных сферах народного хозяйства, в топографо-картографических учреждениях, в институтах НАН Беларуси, университетах и проектных организациях, школах и фирмах республики. Среди них Н.Ф. Виняцкий — гл. редактор ПО "Белгеодезия", И.В.Артюх — гл. инженер Минской печатной фабрики, М.А.Верзун — директор и Л.А.Лукьяненко — гл. инженер предприятия "Белкартография".

РАДЗИВИЛЛ НИКОЛАИ ХРИСТОФОР

В минувшем году географическая наука отмечает 450-летие со дня рождения основоположника географической литературы Великого княжества Литовского — Николая Христофора Радзивилла, который родился 02.08.1549 г. в Несвиже, в семье Литовского канцлера князя Николая Радзивилла по прозвищу Черный. Княжеский род Радзивиллов известен с XII в., его представители в XV–XVIII вв. занимали высшие государственные и военные должности в Великом княжестве Литовском, затем в Речи Посполитой, а с конца XVIII и в начале XX в. — в России. Радзивиллы к одинаковым именам представителей своего рода добавляли прозвища, приравнивая тем самым себя к господствующим в Европе династиям. Николай Христофор получил прозвище Сиротка.

Его отец, Николай Черный, получивший образование в Германии и посетивший всю Европу, основавший в Несвиже типографию и издавший знаменитую Брестскую (Радзивилловскую) Библию, обращал серьезное внимание на образование сына. Сиротка закончил Лейпцигский университет (1565), где изучал географию и медицину, много путешествовал по Западной Европе (1566–1568).

После смерти отца (1565) Сиротка, унаследовавший Несвиж (в 1586 г. город получил магдебургское право и герб), сразу же начал в своем майорате широкое строительство, пригласив для этого из Италии знаменитого архитектора Дж.Бернардони. В Несвиже были возведены бенедиктинский, доминиканский, бернардинский и иезуитский монастыри и костелы. Вместо деревянного дворца был построен каменный замок — доминанта дворцово-паркового комплекса, сохранившегося до настоящего времени.

Радзивилл (Сиротка) поддерживал внутреннюю и внешнюю политику Стефана Батория, ставшего с 1576 г. польским королем. На завершающей стадии Ливонской войны при осаде Полоцка Сиротка был тяжело ранен. "Во имя спасения" он решает посетить святыне места Иерусалима.

В 1581 г. Радзивилл принял участие в осаде Пскова армией Стефана Батория, а весной следующего года начал готовиться к путешествию в Восточное Средиземноморье, которое продолжалось с 16 сентября 1582 г. по 7 июля 1584 г. Он прошел маршрут в 10 тыс. км (5 тыс. по суше и столько же морем) через Австрию, Италию, Сирию, Ливан, Палестину и Египет с посещением многих островов Средиземного моря (Кипр, Родос, Крит и др.).

По возвращении в Несвиж свои впечатления от путешествия, отмеченные в путевом дневнике, Николай Христофор изложил в виде писем (на польском языке) к приятелю.

Книгу Радзивилл написал с целью "расширения кругозора своих земляков", но она выходит далеко за рамки простого описания. Автор основательно изучил литературу о Ближнем Востоке – в тексте есть ссылки на ряд литературных источников; он цитирует древних историков (Флавия, Плиния, Тацита), путешественников XI–XII вв., писателей XVI в. Изложение материала и критическое отношение автора к первоисточникам дают все основания характеризовать его труд как первый опыт научно-популярного описания географических объектов и явлений в восточнославянской литературе конца XVI ст.

Книга Радзивилла впервые была опубликована Фомой Третером в Пруссии (1601) на латинском языке, затем она неоднократно переиздавалась в Голландии (4 издания). Польский перевод с латинского, сделанный Андреем Варгоцким, выходил в Кракове и Вроцлаве (8 изданий). С латинского перевода Третера были выпущены в свет два издания на немецком и одно на русском языке, а русский перевод с польского был издан в Москве и переиздан в Петербурге. Оригинал дневника князя Радзивилла на польском языке, хранящийся в Варшаве, опубликован лишь в 1962 г.

Русские переводы "Путешествия по святым местам и в Египет князя Николая Христофора Радзивилла" 1787 и 1879 гг. составляют теперь большую редкость. Автор предисловия к изданию 1879 г., действительный член Русского Географического общества Петр Гильтебрандт отмечает, что из всех старинных изданных "Хождений в Святую Землю" только эта книга князя Радзивилла отвечает требованиям "ученой критики". Столь высокая оценка особенно важна в связи с тем, что это первое в Беларуси научно-популярное географическое издание; вплоть до XIX в. оно было единственным достоверным путеводителем для жителей Беларуси, Литвы, Польши и России, направлявшихся в страны Восточного Средиземноморья. Религиозные сюжеты в книге отступают на задний план. Автор в основном освещает природные, географо-этнографические и хозяйственные особенности увиденных им стран.

Книга Радзивилла послужила толчком к активизации путешествий и изданию географических сочинений в Великом княжестве Литовском. Сам же князь Николай Христофор Радзивилл (Сиротка) с 1604 г. становится Виленским воеводой и полностью посвящает себя государственной деятельности.

В этот период он издает первую карту Великого княжества Литовского (Амстердам, 1613), известную в истории картографии как "радзивилловская" (хранится в библиотеке Вильнюсского университета).

В.А.Ермоленко

Наши юбиляры



ФЕДОР НИКОЛАЕВИЧ КАПУЦКИЙ



Исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научной и педагогической деятельности заведующего отделом физико-химии полисахаридов НИИ физико-химических проблем БГУ, заслуженного работника высшей школы Республики Беларусь, академика НАН Беларуси, доктора химических наук, профессора Федора Николаевича Капуцкого.

Вся научная, педагогическая и административная деятельность Ф.Н. Капуцкого неразрывно связана с Белорусским государственным университетом. После окончания химического факультета, аспирантуры и защиты в 1956 г. кандидатской диссертации Федор Николаевич работал на химическом факультете ассистентом, преподавателем, доцентом. В 1965 г. Ф.Н. Капуцкий возглавил химический факультет. Многие бывшие студенты, которым довелось учиться на химфаке в 60–70-е гг., с теплотой и благодарностью вспоминают время, когда деканом факультета был Федор Николаевич, сумевший создать сплоченный коллектив, способный на высоком профессиональном уровне, смело, не боясь ответственности, решать сложные задачи. Именно в этот период было построено

новое здание факультета, открыты новые кафедры и лаборатории, оснащенные современным оборудованием, подготовлено большое количество высокопрофессиональных специалистов для БГУ, Академии наук БССР и химических предприятий.

Являясь деканом химического факультета, Ф.Н. Капуцкий одновременно заведовал кафедрой химии высокомолекулярных соединений и коллоидной химии, где наряду с учебной работой проводились научные исследования по химической и структурной модификации целлюлозы, которые под руководством профессора Ф.Н. Капуцкого успешно продолжают и в настоящее время в отделе физико-химии полисахаридов НИИ физико-химических проблем.

В 1973 г. Ф.Н. Капуцкого назначают заместителем, а затем первым заместителем министра высшего и среднего специального образования БССР. Занимая ответственный пост и решая масштабные задачи совершенствования высшей школы республики, Федор Николаевич не прерывает тесных связей с БГУ. При его непосредственном участии на базе химического факультета в 1978 г. открывается НИИ физико-химических проблем и Ф.Н. Капуцкий становится его первым директором. В 1984 г. Федор Николаевич успешно защищает докторскую диссертацию на тему «Структурная и химическая модификация целлюлозы оксидами азота (IV)».

В 1985 г. Ф.Н. Капуцкий переходит на работу в НИИ физико-химических проблем, где заведует лабораторией, а затем отделом целлюлозных материалов и одновременно кафедрой химии высокомолекулярных соединений и коллоидной химии химического факультета. В 1989 г. профессор Ф.Н. Капуцкий назначается первым проректором, а в апреле 1990 г. избирается ректором БГУ. В 1989 г. Федор Николаевич избирается членом-корреспондентом, а в 1994 г. академиком НАН Беларуси.

Работая в должности ректора (1990–1995 гг.), Ф.Н. Капуцкий в этот сложный для республики и БГУ период сделал все возможное, чтобы сохранить многотысячный коллектив высококвалифицированных специалистов и мобилизовать его на решение первоочередных задач.

С 1996 г. и по настоящее время Ф.Н. Капуцкий возглавляет отдел физико-химии полисахаридов НИИ физико-химических проблем.

Академик Ф.Н. Капуцкий – признанный специалист в области химии полисахаридов. Он внес существенный вклад в разработку теоретических основ структурной и химической модификации целлюлозы с целью создания практически важных целлюлозных материалов технического и медицинского назначения. Им впервые объяснено влияние природы органических растворителей на процессы окисления и растворения целлюлозы в системах, содержащих оксид азота (IV), рассмотрены механизмы этих про-

цессов и предложены методы получения совместных растворов целлюлозы с синтетическими полимерами, определены условия их переработки в волокна и пленки. Разработаны методики изготовления ультрафильтрационных мембран на основе производных целлюлозы, изучены их основные эксплуатационные свойства и определены области практического использования. Впервые выделены и исследованы лабильные производные целлюлозы, отличающиеся высокой реакционной способностью, позволяющие регулировать структурное состояние полимера и получать на его основе практически важные материалы: сульфо- и ацетозфиры, структурно и химически модифицированные порошковые формы целлюлозы. Путем термоокислительных превращений целлюлозных материалов, модифицированных неорганическими соединениями, синтезированы высокодисперсные неорганические оксиды, керамические волокна, ферриты, сверхпроводящие волокна и т.д. Результаты проводимых под руководством Ф.Н. Капуцкого многолетних исследований по механизму окисления целлюлозы оксидом азота (IV), влиянию различных факторов на этот процесс, физико-химическим и сорбционным свойствам получаемых производных позволили разработать и внедрить на Борисовском заводе медпрепаратов оригинальную технологию производства окисленной целлюлозы и ряда эффективных лекарственных препаратов на ее основе, обладающих кровоостанавливающим, антимикробным, протеолитическим, иммуностимулирующим, кардиотропным и другими действиями.

Академик Капуцкий Ф.Н. — автор около 600 научных работ, в том числе двух монографий, двух учебных пособий. Он имеет около 200 авторских свидетельств на изобретения и патентов. Среди его учеников более 20 кандидатов наук.

Ф.Н. Капуцкий является президентом Международной академии экологии, действительным членом Петровской академии наук и искусств, президентом Республиканского химического общества, научным руководителем Государственной научно-технической программы «Лекарственные препараты», членом государственного экспертного совета по химическим технологиям и легкой промышленности, ответственным редактором журнала «Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География», членом редколлегии журнала «Вестник НАН Беларуси. Серия химических наук». Ф.Н. Капуцкий награжден орденом «Знак почета», медалью Франциска Скорины, двумя Почетными грамотами Верховного Совета БССР и Почетной грамотой Совета Министров Республики Беларусь.

Глубокая эрудиция, организаторские способности, энергия и трудолюбие, отзывчивость и доброжелательное отношение к людям снискали Федору Николаевичу большой авторитет и уважение коллег.

Ф.Н. Капуцкий встречает свое семидесятилетие в расцвете творческих сил, полный новых научных идей и замыслов. Ректорат Белорусского государственного университета, сотрудники НИИ физико-химических проблем и химического факультета БГУ, редколлегия журнала «Вестник БГУ» сердечно поздравляют Федора Николаевича Капуцкого с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, счастья, творческих успехов.

НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ ЕРМОЛЕНКО (к 100-летию со дня рождения)



29 января 2000 г. исполнилось 100 лет со дня рождения академика Николая Федоровича Ермоленко. Эта дата отмечается химиками республики в знак памяти не только о крупном ученом, внесшем значительный вклад в развитие коллоидной, неорганической и физической химии, но и о педагоге высшей школы, чья деятельность легла в основу, фундамент белорусской химии и высшего химического образования республики.

Николай Федорович родился 29 января 1900 г. в д. Ключовка Оршанского района в семье крестьянина. В 1924 г. закончил химический факультет 2-го Московского государственного университета. В том же году начал свою преподавательскую деятельность ассистентом кафедры неорганической, аналитической и физической химии созданного в 1921 г. Белорусского государственного университета. В то время эта кафедра осуществляла учебный процесс по целому ряду химических дисциплин на педагогическом, медицинском и сельскохозяйственном факультетах университета. Молодому преподавателю приходилось осваивать новые лекционные курсы, готовить методические материалы для семинарских и лабораторных занятий. Только в 1927 г. на кафедре появились условия для выполнения научных исследований. Результаты своих первых работ по совершенствованию технологии получения целлюлозы и изучению поверхностного натяжения растворов желатины Николай Федорович опубликовал в зарубежных научных журналах «Chemisches Zeitung» и «Kolloid Zeitschrift».

В 1928 г. Н.Ф. Ермоленко был командирован на год в Лейпцигский университет, где под руководством выдающегося химика начала века Оствальда начал исследования в области коллоидной химии. В 1929 г. он продолжил исследовательскую деятельность в Ленинградском технологическом институте под руководством проф. Курбатова. После возвращения в Минск он стал заведовать (1931 г.) кафедрой общей химии в выделившемся из университета Медицинском институте, а с 1934 г. также кафедрой аналитической химии, организованной в университете. Кроме того, в 1932 г. он возглавил научно-

исследовательскую лабораторию коллоидной химии в Институте химии Академии наук БССР. В 1966 г. эта лаборатория была переименована в лабораторию синтетических сорбентов, и ею Николай Федорович заведовал вплоть до кончины, 10 июня 1972 г.

О масштабах научной деятельности Николая Федоровича в довоенный период свидетельствует тот факт, что с 1929 по 1941 г. им были опубликованы 64 научные статьи, причем 25 без соавторов. Большие успехи в научной деятельности позволили ему стать доктором наук в 1935 г., а в 1936 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук БССР. Его работы того времени в основном относились к области химии коллоидных систем различного химического состава (гидроксиды металлов, желатина, различные природные белковые соединения). Проводя эти исследования, Н.Ф. Ермоленко открыл и описал в научной литературе (журнал «Kolloid Zeitschrift») два новых явления, относящихся к коллоидной химии, седиментационную тиксотропию и ламинарную коагуляцию. Кроме того, он изучал закономерности периодического отложения осадков при испарении растворителя. В 1935 г. появилась его первая научная публикация, посвященная проблеме адсорбции и свойств адсорбентов. Эта проблема оставалась центральной и в последующих работах Николая Федоровича.

В тяжелые годы Великой Отечественной войны Н.Ф. Ермоленко продолжал научно-исследовательскую и педагогическую работу в Сталинграде, Ташкенте, а затем в Москве, куда была эвакуирована белорусская Академия наук. В это время им были выполнены исследования по адсорбционной очистке нефти от сернистых соединений.

В 1943 г. Н.Ф. Ермоленко возглавил кафедру неорганической химии БГУ, который в эвакуации располагался на ст. Сходня под Москвой. Он руководил этой кафедрой до 1965 г. С этого времени вплоть до кончины Н.Ф. Ермоленко работал в Академии наук, совмещая научную работу с научно-организационной. Академиком АН БССР он был избран в 1947 г., а с 1946 по 1969 г. выполнял большую научно-организационную работу как академик-секретарь отделения химических наук.

В послевоенные годы снова, как и в двадцатые, и тридцатые годы, Николай Федорович очень много сил и времени уделял педагогической деятельности: читал курс общей и неорганической химии на химическом факультете, оказывал повседневную помощь преподавателям кафедры в подготовке других лекционных курсов и лабораторных практикумов, руководил дипломными и диссертационными работами. Особенно трудно было в первые послевоенные годы создать условия для научной работы на кафедре, так как университет во время войны потерял основные педагогические научные кадры и все научное оборудование. Возможности для выполнения плодотворной научной деятельности появились на кафедре только в 1948 – 1949 гг. С этого времени Н.Ф. Ермоленко вместе с учениками и студентами стал вести здесь исследования по нескольким направлениям коллоидной и неорганической химии. Эти исследования были хорошо увязаны с работами Николая Федоровича по сходной тематике, которые выполнялись под его руководством в институте общей и неорганической химии Академии наук.

При изучении набухания высокополимеров в смешанных средах была выявлена зависимость его величины от полярности сред, обнаружено явление температурного гистерезиса набухания, проанализировано влияние добавок полярных компонентов на возникновение экстремумов на изотермах набухания и предложено оригинальное уравнение, описывающее кинетику набухания.

Серия работ Н.Ф. Ермоленко была посвящена исследованию механизма действия ингибиторов на процессы окисления каучуков и влияния растворителей на состояние эфиров целлюлозы в растворах.

Н.Ф. Ермоленко с сотрудниками провел интересные физико-химические исследования систем на основе триполифосфата натрия, широко применяемого в современной технике. Им был обнаружен также ряд ранее неизвестных молекулярных соединений в растворах неорганических солей и показана целесообразность использования для определения их наличия и состава рефрактометрического метода – очень простого, удобного и достаточно точного.

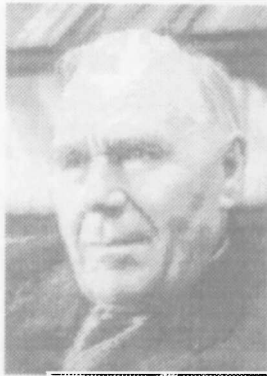
Особенно большое внимание в своих исследованиях Николай Федорович уделял установлению закономерностей адсорбции, а также вопросам синтеза, структуры и модификаций свойств адсорбентов.

Особое место среди работ адсорбционного направления занимали вопросы, связанные с регулированием пористой структуры оксидных и гидроксидных адсорбентов и катализаторов. Исследовалась также структура совместно осажденных гидроксидов двух металлов, различающихся по валентности, закономерности их структурно-химических превращений в процессе дегидратации и последующих кристаллизационных процессов, характер связи между структурой гидроксидных систем, особенностями продуктов их дегидратации и их адсорбционными свойствами. Эти исследования выявили пути регулирования в широких пределах адсорбционных свойств оксидных и гидроксидных систем. Кроме того, было показано, что совместно осажденные гидроксиды представляют собою перспективные исходные вещества для получения высокодисперсных сложных оксидов. Исследования в указанном направлении были продолжены на кафедре неорганической химии и после ухода Николая Федоровича из университета.

Исследования структуры и свойств оксидных сорбентов Н.Ф. Ермоленко продолжал в Институте общей и неорганической химии Академии наук вплоть до своей кончины. Николай Федорович был очень интересным и внимательным собеседником, всесторонне и глубоко образованным человеком, живо интересовался новинками театра, кино, художественной литературой, музыкой, изобразительным искусством.

Все, кто его знал, помнят его живые, любознательные глаза, его приветливую улыбку, доброжелательность к коллегам по работе и студентам, беззаветную преданность избранному в жизни делу.

АКАДЭМІК ГАУРЫЛА ІВАНАВІЧ ГАРЭЦКІ (да 100-годдзя з дня нараджэння)



Гаурыла Гарэцкі нарадзіўся 10 красавіка 1900 г. у вёсцы Малая Багацкаўка на Мсцёслаўшчыне ў сялянскай сям'і. Пасля заканчэння школы ў 1914 г. ён, як і яго старэйшы брат Максім (потым вядомы пісьменнік), скончыў Горы-Горацкае каморніцка-агранамічнае вучылішча.

У 1920 г. Г. Гарэцкі паступіў у Пятроўскую (Ціміразеўскую) сельска-гаспадарчую акадэмію на эканамічны факультэт, дзе яго выкладчыкамі былі такія выдатныя эканамісты, як А.В. Чаянаў, М.Д. Кандрацьеў, А.А. Рыбнік, А.Ф. Фартунатаў, геолог Я. Самойлаў і інш. Ён арганізаваў Беларускаю культурна-навуковую асацыяцыю студэнтаў, якая актыўна займалася вывучэннем народнай гаспадаркі, культуры і гісторыі Беларусі, праводзіла мерапрыемствы, накіраваныя на культурна-эканамічнае адраджэнне Беларусі і падрыхтоўку сваёй нацыянальна-свядомай інтэлігенцыі.

У 20-я г. пабудова новай сацыялістычнай Беларусі ішла пад знакам беларусізацыі, якая была дзяржаўнай палітыкай. Здавалася, мара беларускіх нацыянальных адраджэнцаў ажыццяўляецца, і таму многія нацыянальна свядомыя беларусы, у тым ліку і браты Гарэцкія, імкнуліся хутчэй уключыцца ў пабудову новага жыцця. І гэты перыяд для Г.І. Гарэцкага стаў найбольш плённым: малады, таленавіты, у росквіце сіл і душэўнай энергіі ён з натхненнем працаваў як вучоны, выкладчык, арганізатар навукі, грамадскі дзеяч.

Пасля заканчэння Ціміразеўскай сельскагаспадарчай акадэміі (1924) Гаурыла Іванавіч выкладаў эканамічную геаграфію ў Маскоўскім камуністычным універсітэце нацыянальных меншасцяў Захаду, працаваў загадчыкам кафедры эканамічнай геаграфіі і членам праўлення Беларускай сельскагаспадарчай акадэміі, дырэктарам Беларускага навукова-даследчага інстытута сельскай і лясной гаспадаркі імя У.І. Леніна. У 1925 г. ён быў абраны правадзейным членам інстытута беларускай культуры, а затым членам Прэзідыума і навуковай Рады інбелкульту. У гэты час ён выдаў шэраг фундаментальных прац па развіцці народнагаспадарчага комплексу Беларусі, яе дэмаграфічным стане, пераўтварэнні прыроднага асяроддзя: "Народны прыбытак Беларусі" (1926), "Экономическое влияние Москвы на организацию сельского хозяйства области" (у сааўтарстве), "Межи Заходняй Беларусі ў Польшчы (нацыянальны склад насельніцтва Заходняй Беларусі)" і інш. Гаурыла Іванавіч Гарэцкі актыўна удзельнічаў у стварэнні, на базе інбелкульту, Беларускай акадэміі навук, быў абраны акадэмікам АН Беларусі па спецыяльнасці эканаміка-географ, самым маладым (28 гадоў) акадэмікам за ўвесь час існавання акадэміі.

У 1930 г. было прынята рашэнне за высокія дасягненні ў навуцы ўзнагародзіць Г.І. Гарэцкага ордэнам Працоўнага Чырвонага Сцяга БССР, але ён не атрымаў гэты ордэн, бо ў канцы ліпеня разам з вялікай колькасцю вядомых прадстаўнікоў інтэлігенцыі Беларусі быў арыштаваны, праходзіў па так званай справе "Працоўнай сялянскай партыі".

Г.І. Гарэцкі трапіў на будаўніцтва Беларуска-Балтыйскага канала. Ён быў "накіраваны" на працу ў геалагаразведчы тэст, які знаходзіўся ў пас. Мядзведжая Гара (Карэлія). У час вайны Г.І. Гарэцкі дзеўнічаў у будаўніцтве абаронных збудаванняў у Калінінскай, Ленінградскай, Валгаградскай абласцях, пад Масквой.

У 1945 г. Г.І. Гарэцкі ў інстытуце геалагічных навук АН СССР (Масква) абараніў кандыдацкую, а на наступны год – доктарскую дысертацыю.

У 1956 г. Гаурыла Іванавіч пераехаў у Дзедаўск (Падмаскоў'е), дзе пражыў больш за 10 гадоў і працаваў у Гідрапраекце. Гэта быў перыяд значных навуковых і практычных вынікаў, збору геалагічнага матэрыялу, які пазней дазволіў Г.І. Гарэцкаму стаць заснавальнікам новага вучэння пра рэкі геалагічнага мінулага – палеапатамалогі. У 1964 г. выйшла з друку першая манаграфія "Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна", а праз два гады – другая "Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. Аллювий Пра-Волги" (1966), у якіх далі навуковыя абгрунтаванні будаўніцтва буйнейшых ГЭС на рэках Рускай раўніны.

Г.І. Гарэцкі быў кіраўніком геалагічнай службы ў асцяме Гідрапраекта і праводзіў інжынерна-геалагічныя даследаванні пад буйнейшыя індустрыяльныя збудаванні розных раёнаў Рускай раўніны, Перадуралля і Перадкаўказ'я.

Амаль 40 гадоў Г.І. Гарэцкі быў адарваны ад Бацькаўшчыны. Толькі ў 1965 г. ён быў адноўлены ў складзе правадзейных членаў АН БССР, а ў 1968 г. здолеў вярнуцца ў Мінск, дзе ўзначаліў створаны ім аддзел геалогіі і палеапатамалогі антрапагена ў інстытуце геохіміі і геофізікі АН БССР.

Апошнія 20 год жыцця былі для Г.І. Гарэцкага сапраўдным падарункам лёсу, часам, калі яго мары здзейсніліся. Нягледзячы на досыць сталы ўзрост, ён працаваў заўзята, апантана.

У 1967 г. Гаурыла Іванавіч прызначыў старшынёй Камісіі па вывучэнні чацвярцэвага перыяду пры секцыі навук аб Зямлі АН СССР і старшынёй секцыі Міжнароднай асацыяцыі па вывучэнні чацвярцэвага перыяду, а потым старшыне Беларускай антрапагенавай камісіі.

У 1970 г. была надрукавана трэцяя манаграфія "Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра". На наступны год Гаурыла Іванавіч атрымаў Дзяржаўную прэмію СССР, а потым і БССР. У гонар Г.І. Гарэцкага галейнтолаг назвалі 12 новых відаў выкапнёвых раслін і жывёл. Створаная Гаурылам Іванавічам буйная беларуская школа геалага-чацвярцэнікаў атрымала шырокую вядомасць не толькі ў БССР, але і ў замежжы.

Г.І. Гарэцкі пакінуў вялікую спадчыну, яго след прыкметны ў многіх галінах навукі, у грамадскім жыцці і справе нацыянальнага адраджэння.

І. І. Пірожнік, В.С.Аношка, В. П. Якушка

РЕФЕРАТЫ

УДК 541.64:547.31

Капуцкий Ф.Н., Мардыкин В.П., Гапоник Л.В., Лесняк В.П., Костюк С.В. Подготовка фракции C_9 для получения нефтеполимерных смол // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

В работе изучено влияние способов подготовки фракции C_9 на свойства получаемых нефтеполимерных смол. Найдены оптимальные условия предполимеризационной подготовки фракции, необходимые для получения светлых термостойких смол.

Библиогр. 12 назв., табл. 4.

УДК 71.023.41

Коктыш Д.С., Андреев А.Н., Беленков В.В., Рахманов С.К. Исследование эффекта супераддитивного действия восстановителей в процессе фотографического проявления в растворе, содержащем модифицирующие компоненты // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Электрохимическими методами исследовано влияние модифицирующих добавок, вводимых в химический проявитель для обработки рентгеновских пленок на эффект супераддитивного действия проявляющих веществ: фенидона и гидрохинона. Показано, что для эффекта супераддитивного действия решающее значение имеют две реакции: восстановление серебра адсорбированным фенидоном в присутствии модифицирующих добавок и восстановление окисленной формы фенидона гидрохиноном в присутствии добавок.

Библиогр. 8 назв., табл. 2.

УДК 621.357.7

Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В. Электрохимическое осаждение блестящего цинкового покрытия, легированного кобальтом // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Разработан слабоокислый хлоридно-аммонийный раствор электрохимического осаждения блестящего функционального покрытия цинк-кобальт. Определены зависимости содержания кобальта в цинковых осадках от состава электролита и режима электролиза. Методом рентгенофазового анализа установлено, что при малом (менее 1,2 вес.%) содержании кобальта гальваноосадки представляют собой кристаллический цинк, при содержании кобальта более 2,5 вес.% – твердый раствор кобальта в цинке. Показано, что легирование цинка кобальтом (до 1 вес.%) улучшает эксплуатационные свойства покрытия – увеличивает его коррозионную стойкость, микротвердость и износостойкость.

Библиогр. 14 назв., табл. 1, ил. 4.

УДК 543+553.277

Цзян Сяо Хун (Китай), Пролесковский Ю. А. Осаждение комплексов магния и кальция из природных рассолов и перспективы их применения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Изучены возможности и оптимальные условия эффективного выделения магния и кальция из природных рассолов в форме их комплексных солей. Обсуждаются перспективы практического использования полученных комплексных соединений.

Библиогр. 9 назв., табл. 1, ил. 1.

УДК 542.61

Рахманько Е.М., Якименко Т.М., Таразевич М.Я. Исследование условий образования, устойчивости и экстракционной способности роданидных и иодидных комплексов платины (IV) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Изучены условия образования и устойчивость роданидных и иодидных комплексов $Pt(IV)$. Установлено, что роданидные комплексы платины(IV) при определенных условиях являются относительно устойчивыми; иодидные комплексы неустойчивы вследствие протекания процессов внутримолекулярного окисления-восстановления. Установлена возможность экстракционного выделения роданидных комплексов платины(IV) из водных растворов роданидом триноилоктодециламмония. Логарифм условной константы обмена на хлорид-ион равен $14,1 \pm 0,2$.

Библиогр. 4 назв., табл. 2, ил. 3.

УДК 543.257.1

Писаков О.Г., Борисенко А.А., Гуслев В.Г., Егоров В.В., Коваленко К.К., Ломако С.В., Николаев Б.А., Рахманько Е.М., Ратько А.А. Определение содержания ионов K, Na и Cl в биологических жидкостях с помощью ионоселективных электродов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Предложена методика определения концентрации ионов K, Na, Cl в биологических жидкостях с помощью ионоселективных электродов, измеряющих равновесное значение потенциала. Разработаны алгоритмы работы анализатора для определения концентраций этих ионов по данной методике. Описан электронный блок, осуществляющий автоматические измерения по разработанным алгоритмам.

Библиогр. 4 назв., табл. 3.

УДК 577.352.333

Петрашевская Н.Н., Казакевич В.Б. **Характеристика свободнорадикального повреждения изолированных нервных волокон и повышение их функциональной устойчивости антиоксидантом ионолом** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Изучалось изменение функциональных характеристик аксонального поведения изолированных седалищных нервов лягушки в процессе их переживания. Установлено, что возникновение функциональных изменений в переживающих нервных волокнах происходило на фоне увеличения содержания продуктов реакций перекисного окисления липидов и снижения активности СОД. Антиоксидант ионол оказывал сильное стабилизирующее действие на возбудимую мембрану миелинизированных нервных волокон в процессе их переживания.

Библиогр. 12. назв., ил. 3.

УДК 577.125.33.: 616.5.-008.922

Бышнева Л.Н., Сенчук В.В. **Влияние УФ-излучения на антиоксидантную систему хрусталика** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Было изучено влияние УФ-излучения и высоких концентраций глюкозы, галактозы и сорбита на ферменты антиоксидантной системы хрусталика бычьего глаза. Обнаружена однонаправленность ингибирующего действия УФ-излучения и гипергликемии на состояние антиоксидантной системы хрусталика.

Библиогр. 9 назв., ил.2.

УДК 577.150: 612.351

Зырянова Т.Н. **Роль адренорецепторов в регуляции активности глутаматдегидрогеназы печени белых крыс** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Исследована активность НАД⁺- и НАДН-ГДГ в печени крыс после введения активаторов и блокаторов адренорецепторов. Подтверждена возможность регуляции активности аминированной и деаминарирующей глутаматдегидрогеназы печени через β - и α - адренорецепторы, а также немедиа-торным путем.

Библиогр. 19 назв., табл.1.

УДК 581.2.02

Епимашко С.Н., Юрин В.М. **Действие триазиновых гербицидов на активность АТФ-азы и пирофосфатазы тонопласта** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

На модельном объекте – вакуолярных везикулах – изучено действие трех гербицидов симтриазиновой природы на функционирование Н⁺-транспортных систем тонопласта. Показано, что атразин, симазин и прометрин сходным образом ингибируют АТФ- и пирофосфатазависимый транспорт протонов; активность испытанных гербицидов (прометрин > атразин > симазин), вероятно, определяется наличием изопропильных групп в боковых цепях молекул триазинов.

Библиогр. 13 назв., ил. 2.

УДК 591.5:598.97 (476.5)

Ивановский В. В. **Особенности гнездования ушастой совы (*Asio otus* L.) в Северной Беларуси** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. №1.

Приведены результаты исследования 66 жилых гнезд ушастой совы в 1994–1998 гг. на территории Витебской области. Продуктивность размножения составила в среднем 2,4±1.77 слётков на одно активное гнездо при успехе размножения 85,7 %. На обследованных стационарах отмечены существенные флуктуации численности ушастых сов.

Библиогр. 7 назв., табл. 3, ил. 1

УДК 595.768.23

Мелешко Ж.Е. **К видовому составу жуков-долгоносиков (*Coleoptera: Curculionoidea*) Березинского государственного биосферного заповедника** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

В работе сообщается о 100 видах жуков-долгоносиков, собранных на территории Березинского государственного биосферного заповедника. Обсуждается частота их встречаемости в пределах заповедника, биотопическая приуроченность и трофические связи

Библиогр. 10 назв.

УДК 911.2.: 631.15

Яцухно В.М. **Земля и ландшафт: природная общность и единство функций** // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000 № 1.

Изложены основные результаты сравнительного географического анализа содержания понятий "земля" и "ландшафт", а также показана их роль при классификации территории и разработке мероприятий по оптимизации природопользования.

Библиогр. назв.24, табл. 1.

УДК 551.24 (476-13)

Демидович Л.А., Высоцкий Э.А., Обровец С.М., Стрельчик Н.В. Осадочные формации зрелой фазы рифтогенеза Припятского прогиба и связанные с ними полезные ископаемые // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. №1.

Проанализированы осадочные формации, образовавшиеся в зрелую фазу развития Припятского палеорифта. Зрелая фаза рифтогенеза была исключительно благоприятна для образования разнообразных полезных ископаемых – нефти, калийных и калийно-магниевых солей, каменной соли, гипса, горючих сланцев, металлоносных рассолов.

Библиогр. 17 назв.

УДК 551.583

Киселёв В.Н., Киселёва Е.В. Метеоциклы в гидрологическом летосчислении (по наблюдениям на метеостанциях Минск и Василевичи) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Климату Беларуси свойственна солнечно обусловленная цикличность на фоне общепланетарных климатических изменений. Метеоциклы сопоставимы с 11-летними циклами солнечной активности.

Библиогр. 11 назв., ил. 3.

УДК 504.75.06.:379.8:711.558

Тарасенок А.И. Территориально-правовая дифференциация форм экологического туризма в национальных парках Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Рассматривается необходимость общей нострификации понятия «экологический туризм» с целью оптимизации рекреационной деятельности на природоохранных территориях. Предлагается принципиальная схема регулирования экотуристской деятельности в национальных парках Беларуси, основу которой составляют положения закона Республики Беларусь «Об особо охраняемых территориях и объектах».

Библиогр. 6 назв., табл. 3.

УДК 551.24/21

Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Старчик Т.А. Вендский и девонский магматизм юга Восточно-Европейского кратона: геодинамические аспекты // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Волынская трапповая формация развита вдоль юго-западного края Восточно-Европейского кратона. Проявления позднедевонского вулканизма приурочены к Припятско-Донецкому палеорифту и юго-восточному склону Воронежской антеклизы. Вулканиды этого протяженного пояса представлены несколькими магматическими формациями. Вендский и девонский магматические комплексы региона связаны с зонами континентального рифтогенеза. Девонский вулканогенный пояс развивался от точки сочленения трехлучевой рифтовой системы как постепенно отмирающий с востока на запад луч, а волынские вулканиды формировались вдоль предполагаемого активного луча, субпараллельно оси спрединга в зоне Тейссейра–Торнквиста. Отсюда вытекают петрохимические различия рассматриваемых формаций.

Библиогр. 16 назв., ил. 2.

УДК 631.432+504.53.06

Галай Е.И. Воздействие техногенных рассолов на сорбционные и электрофизические свойства почв // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. № 1.

Исследовано воздействие техногенных рассолов на сорбционные и кислотные свойства почв, на электропроводность ее порового раствора. Установлено, что торфяной почвой сорбируется значительно больше солей рассолов, чем дерново-подзолистой. Поэтому буферность органогенной почвы в отношении изменений реакции среды достаточно высокая и увеличение кислотности под влиянием минерализованных вод незначительное. В условиях увлажнения-высушивания модифицированной рассолами почвы выявлен гистерезис электропроводности порового раствора почвы и его причина.

Библиогр. 3 назв., табл. 1, ил. 3.

УДК 622.323:550.8

Антипин Е.Б. Изменение геологической среды Белорусского Полесья под воздействием геологоразведочных работ на нефть // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 2000. №1.

Рассматриваются вопросы влияния геологоразведочных работ и добычи нефти на природные компоненты геологической среды Белорусского Полесья. Приводятся сведения о нарушении природного состояния литосферы, подземных и поверхностных вод, почвенного и растительного покрова.

Библиогр. 4 назв., ил. 1.

УДК 631.417.2

Чертко Н.К., Карпиченко А.А. Органо-минеральный комплекс оптимизированных торфяных и дерново-подзолистых глееватых почв // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 1.

Рассмотрена трансформация органо-минерального комплекса оптимизированных торфяных и дерново-подзолистых глееватых почв и его минералогический состав.

Библиогр. 6 назв., табл. 1.

УКАЗАТЕЛЬ статей, опубликованных в 1999 г.

ХИМИЯ

Альффер С.А., Скумс В.Ф., Игнатенко О.В. Исследование под давлением электропроводности некоторых тройных халькогенидных соединений систем $Cd, Zn_{1-x}S(Se)$	2	11
Башмаков И.А., Бутылина И.Б., Доросинец В.А., Капуцкий Ф.Н., Тихонова Т.Ф. Получение и электрические свойства углеродных волокон с наноразмерными включениями частиц серебра	1	3
Бычков С.М., Гацуха С.В., Коваленко А.Н., Мазаник А.Л., Черепица С.В., Кузменков Д.Е., Лучинина Я.Л., Гремяко Н.Н. Автоматическое газохроматографическое определение углеводородного состава и показателей качества автомобильных бензинов	2	15
Воробьева Т.Н., Римская А.А., Свиридов В.В. Особенности реакций, протекающих при химическом осаждении пленок золота на поверхность металла	3	3
Капуцкий Ф.Н., Мардыкин В.П., Гапоник Л.В., Мильчанина Т.Л. Получение углеводородных пленкообразующих смол из фракции C_4 и других углеводородных мономеров	3	11
Круль Л.П., Якимцова Л.Б., Бражников М.М., Якимцов В.П., Парахневич О.Г. Реологические свойства водных растворов полиакриламида	3	14
Куликов В.И., Винарский В.А., Юрченко Р.А., Данильчик Л.А. Влияние соотношения концентраций компонентов на параметры удерживания в газовой хроматографии	1	23
Мечковский С.А., Божко О.В., Вейзе М.А., Молоток Е.В. Влияние растворителя и температуры на параметры удерживания фосфат-ионов катионообменниками	3	18
Мечковский С.А., Вейзе М.А., Заневская Ю.В., Лесникович К.А. Кооперативные эффекты в процессах аффинно-хроматографического накопления тяжелых металлов	2	3
Мечковский С.А., Петрашкевич С.Ф., Заневская Ю.В., Пантелеева С.М. Влияние растворимых электролитов на функции аффинно-хроматографических датчиков	1	20
Мушинский В.В., Собаль Н.С., Холмецкий А.Л., Воробьева С.А., Лесникович А.И. Влияние способа получения на состав магнитных жидкостей на основе оксида железа (II, III)	1	16
Ракович Е.В., Гаевская Т.В. Особенности электрохимического осаждения сплава железо-бор	1	11
Рахманько Е.М., Якименко Т.М., Якименко О.В. Анионообменная экстракция бромидного комплекса платины (IV) солями тринилоктадециламмония	3	22
Федутик Ю.А., Шевченко Г.П. Использование ультразвука для формирования высокодисперсного серебра в водном растворе	1	8
Яремченко А.А., Хартон В.В., Наумович Е.Н., Самохвал В.В. Смешанная ионно-электронная проводимость керамики $La_{1-x}Mg_xO_{3-d}$	2	6

БИОЛОГИЯ

Аблековская О.Н., Амвросьев А.П. Влияние длительного гамма-облучения на морфофункциональные показатели кровеносных капилляров яичника 20-суточных плодов белой крысы	2	30
Гринцевич Е.Э., Сенчук В.В. Биотрансформация аминобифенилов солюбилизированной тиреоид-пероксидазой человека	1	39
Гричик В.В., Саварин А.А. О видовой принадлежности ежей (род <i>Erinaceus</i>) фауны Беларуси	2	42
Джус М.А., Тихомиров В.Н. Флористические находки в окрестностях геостанции БГУ "Западная Березина"	3	40
Дунай В.И. Влияние ингибитора синтазы-NO на лихорадочную реакцию и латентный период ноцицептивных рефлексов в онтогенезе у крыс	3	28
Канапацкая И.А., Лаврова В.М., Сенчук В.В. Коррекции лазерным излучением и меланином мерказолил-индуцированных сдвигов в состоянии процессов перекисного окисления липидов и ферментов антиоксидантной защиты	2	21
Лемеза Н.А. Влияние возбудителя мучнистой росы на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях ячменя и пшеницы	3	34
Медведь Е.Л., Чумаков Л.С. Эколого-фаунистическая характеристика полужесткокрылых (Heteroptera) верховых болот Беларуси	1	26
Миляшевич О.Ю. Изменчивость морфометрических признаков в популяциях <i>Chrysomela populi</i> L. (Coleoptera, Chrysomelidae)	1	29
Миляшевич О.Ю., Нестерова О.Л. Фенотипическая изменчивость рисунка 20-точечного листоеда <i>Chrysomela vigintipunctata</i> scop. (Coleoptera, Chrysomelidae)	1	32
Остапеня А.П., Ковалевская Р.З., Макаревич Т.А., Михеева Т.М., Дубко Н.В., Никитина Л.В. Процессы биологического самоочищения р.Свислочь	2	37
Сидоров А.В. Влияние температуры на электрически связанные нейроны моллюска	1	36
Стельмах В.А., Капуцкий Ф.Н., Половинкин Л.В., Костерова Р.И., Юркович Т.Л. Разработка, исследование гемостатических и токсикологических характеристик порошковой формы поликапрана	3	29
Тихомиров В.Н. Флористические находки в Мстиславском районе Могилевской области	1	44
Тихомирова Л.Л., Бурко Н.Е. Морфофизиологические и некоторые экологические особенности европейской рыжей полевки (<i>Clethrionomys glareolus</i> Sch.) Прилуцкого лесного заказника. I. Морфофизиологические особенности	2	33
Тихомирова Л.Л., Бурко Н.Е. Характеристика морфофизиологических и некоторых экологических особенностей европейской рыжей полевки Прилуцкого лесного заказника II. Сравнительный анализ популяций <i>Clethrionomys glareolus</i> Schreber Прилуцкого лесного заказника и Березинского биосферного заповедника	3	37

Фролов А.В. Новые данные по распространению пластинчатоусых жуков рода <i>Aphodius</i> III (Coleoptera, Scarabaeidae) в Беларуси	3	46
Храмцов А.К. Об эффективности биологического препарата «Триходермин-БЛ» против некоторых фитопатогенов	3	43
Храмцов А.К., Купренок Н.П., Мелешкевич А.А., Шуканов А.С. Оценка и отбор лука репчатого на устойчивость к ботритиозной гнили	1	49
Шкуматов В.М., Овсянко С.Л., Рудой А.Л., Алиновская В.А., Юркович Т.Л., Капуцкий Ф.Н. Выделение и свойства "остаточного" α -химотрипсина при получении комбинированного лекарственного препарата "Ферансел"	2	25

ГЕОГРАФИЯ

Башкинцева О.Ф., Дудко Г.В., Качков Ю.П., Яцухно В.М. Методические основы и содержание научного обоснования ландшафтных заказников республиканского значения	3	51
Высоцкий Э.А. Тектонические типы морских калиеносных бассейнов геологического прошлого	3	47
Галай Е.И. Использование минерализованных вод в качестве удобрений	2	46
Губин В.Н. Кольцевые структуры земной коры Белорусского региона	2	63
Жмодяк Р.А., Мельникова Л.Д. К вопросу о картографировании населения Республики Беларусь	1	65
Жуковская Н.В. Оценка устойчивости почв Белорусского Поозерья к техногенному загрязнению тяжелыми металлами	3	66
Загорец И.В. Динамика этнического состава населения Беларуси	1	52
Киселёв В.Н., Киселёва Е.В. Дендроклиматический анализ радиального прироста хвойных древостоев на плакоре в центральной части Беларуси	2	59
Козловская Л.В., Томашевич А.В. Оценка эколого-экономических последствий трансформации осушенных торфяных почв в минеральные	1	68
Манак Б.А., Антипова Е.А. Современные особенности в процессах естественного движения населения на территории Беларуси	1	56
Манак Б.А., Антипова Е.А. Общие тенденции и территориальные особенности в процессе смертности населения Беларуси	1	61
Марцинкевич Г.И., Счастливая И.И. Ландшафтные предпосылки формирования рекреационных зон на базе бывших военных городков	2	50
Мыслицкий В.А., Хомицкий Н.П. Определение параметров приземного ветра для оценки обстановки при авариях с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ	2	54
Мыслицкий В.А., Хомицкий Н.П. Особенности определения времени суток в момент возникновения аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ	3	70
Таранчук А.В. Геохимическая структура ландшафтов озерно-болотного комплекса	3	56
Шалькевич Ф.Е., Качков Ю.П., Топаз А.А. Агроэкологическое микрорайонирование поймы р. Припять на основе методов дистанционного зондирования	3	61
Яцухно В.М. Общеввропейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия (Географический аспект проблемы)	2	67

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Рагойша А.А. Указатели химических ресурсов World Wide Web	1	74
---	---	----

ХРОНИКА

Аношко В.С., Пирожник И.И. К 60-летию географического факультета МГУ	1	75
Кафедре общего землеведения Белгосуниверситета – 25 лет	1	76
Яцухно В.М. Европейская конференция по изучению сельских ландшафтов	2	71

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Геннадий Яковлевич Кабо	2	74
Тамара Петровна Каратаева	3	75
Александр Павлович Остапеня	1	77
Павел Григорьевич Петрович	3	73
Юрий Константинович Фомичев	3	74
Адам Семенович Шуканов	2	73

РЕЦЕНЗИИ

Кремень А.С. О.Ф. Якушко. Основы геоморфологии	2	77
--	---	----

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Леонид Александрович Демидович	3	76
Михаил Михайлович Павлюченко	2	75
Рефераты	1,2,3	78

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Капуцкий Ф.Н., Мардыкин В.П., Гапоник Л.В., Лесняк В.П., Костюк С.В.</i> Подготовка фракции C_6 для получения нефтеполимерных смол.....	3
<i>Коктыш Д.С., Андреев А.Н., Беленков В.В., Рахманов С.К.</i> Исследование эффекта супераддитивного действия восстановителей в процессе фотографического проявления в растворе, содержащем модифицирующие компоненты.....	6
<i>Цыбульская Л.С., Гаевская Т.В.</i> Электрохимическое осаждение блестящего цинкового покрытия, легированного кобальтом.....	9
<i>Цзян Сяо Хун (Китай), Пролесковский Ю. А.</i> Осаждение комплексов магния и кальция из природных рассолов и перспективы их применения.....	15
<i>Рахманько Е.М., Якименко Т.М., Таразевич М.Я.</i> Исследование условий образования, устойчивости и экстракционной способности роданидных и иодидных комплексов платины (IV).....	18
<i>Писаков О.Г., Борисенко А.А., Гуслев В.Г., Егоров В.В., Коваленко К.К., Ломако С.В., Николаев Б.А., Рахманько Е.М., Ратько А.А.</i> Определение содержания ионов K, Na и Cl в биологических жидкостях с помощью ионоселективных электродов.....	22

БИОЛОГИЯ

<i>Петрашевская Н.Н., Казакевич В.Б.</i> Характеристика свободнорадикального повреждения изолированных нервных волокон и повышение их функциональной устойчивости антиоксидантом ионолом.....	26
<i>Бышнева Л.Н., Сенчук В.В.</i> Влияние УФ-излучения на антиоксидантную систему хрусталика.....	30
<i>Зырянова Т.Н.</i> Роль адренорецепторов в регуляции активности глутаматдегидрогеназы печени белых крыс.....	34
<i>Епимашко С.Н., Юрин В.М.</i> Действие триазиновых гербицидов на активность АТФ-азы и пироглутаматазы тонопласта.....	37
<i>Ивановский В.В.</i> Особенности гнездования ушастой совы (<i>Asio otus</i> L.) в северной Беларуси.....	41
<i>Мелешко Ж.Е.</i> К видовому составу жуков-долгоносиков (Coleoptera: Curculionoidea) Березинского государственного биосферного заповедника.....	44

ГЕОГРАФИЯ

<i>Яцухно В.М.</i> Земля и ландшафт: природная общность и единство функций.....	48
<i>Демидович Л.А., Высоцкий Э.А., Обровец С.М., Стрельчик Н.В.</i> Осадочные формации зрелой фазы рифтогенеза Припятского прогиба и связанные с ними полезные ископаемые.....	52
<i>Киселёв В.Н., Киселёва Е.В.</i> Метеоциклы в гидрологическом летосчислении (по наблюдениям на метеостанциях Минск и Василевичи).....	56
<i>Тарасенок А.И.</i> Территориально-правовая дифференциация форм экологического туризма в национальных парках Беларуси.....	62
<i>Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Старчик Т.А.</i> Вендский и девонский магматизм юга Восточно-Европейского кратона: геодинамические аспекты.....	65
<i>Галай Е.И.</i> Воздействие техногенных рассолов на сорбционные и электрофизические свойства почв.....	71
<i>Антипин Е.Б.</i> Изменение геологической среды Белорусского Полесья под воздействием геологоразведочных работ на нефть.....	74
<i>Чертко Н.К., Карличенко А.А.</i> Органо-минеральный комплекс оптимизированных торфяных и дерново-подзолистых глееватых почв.....	79

ХРОНИКА

Белорусско-литовский семинар по трансграничному территориальному планированию.....	82
30 лет кафедре геодезии и картографии географического факультета.....	83
Радзивилл Николай Христофор.....	84

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Федор Николаевич Капуцкий.....	86
Николай Федорович Ермоленко (к 100-летию со дня рождения).....	87
Акадэмік Гаурыла Іванавіч Гарэцкі (да 100-годдзя з дня нараджэння).....	89
Рефераты.....	90
Указатель статей, опубликованных в 1999 г.....	93

