

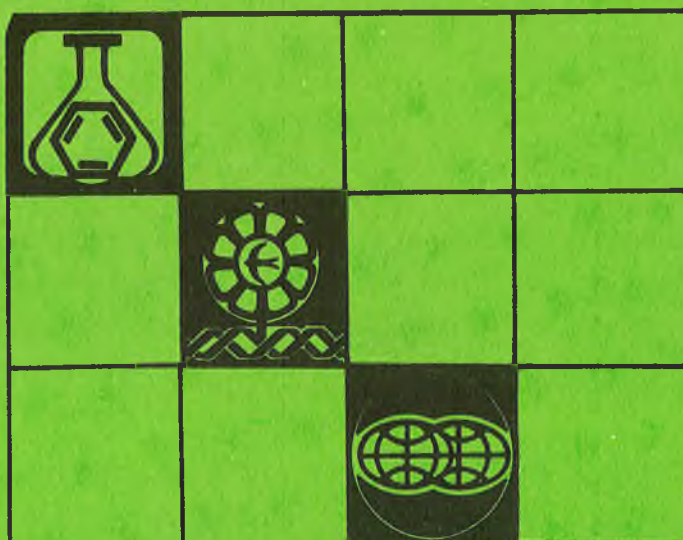
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

3 '93



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Борщенская Т. И., Юрктинович Т. Л.</i> О кооперативном характере сорбции аминокарбоновых кислот полиэлектролитами из бинарных водно-спиртовых сред	3
<i>Мечковский С. А., Абугоффа А. А., Муравская Н. В.</i> Оптимизация селективности сорбционно-колористического метода определения следов тяжелых металлов	8
<i>Бирюкова Н. М., Соколов В. Г., Бобровская В. П.</i> Химическое осаждение никеля из водных растворов, содержащих полидисульфиды	11
<i>Барановская Т. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С.</i> Новый подход к синтезу производных циклогекса- и циклопента [в] пирролов	13
<i>Цыбульская Л. С., Гаевская Т. В., Новоторцева И. Г.</i> Особенности электрохимического осаждения сплава никель-фосфор	15

БИОЛОГИЯ

<i>Сенчук В. В., <u>Пикuleв А. Т.</u>, Ластовская Л. А.</i> Состояние цитоскелета гепатоцитов крыс при воздействии гамма-облучения и нитрата натрия	19
<i>Гирлювич И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С.</i> Новые виды пероноспоровых грибов и их питающих растений в условиях Беларуси	25
<i>Лопатин И. К.</i> Интразональные биотопы как центры биологического разнообразия в аридных зонах Евразии	29
<i>Кахнович Л. В., Антипов С. А.</i> Влияние дефицита белков в хлоропластах на содержание хлорофиллов в пигмент-белковых комплексах	33
<i>Стельмах В. А., Юрктинович Т. Л., Кондратенко Г. Г.</i> Поликапран. Э. Гемостатическая активность при экспериментальных коагулопатиях	36

ГЕОГРАФИЯ

<i>Ермоленко В. А.</i> Геометрический метод экологического картографирования	41
<i>Киселев В. Н., Пестерук В. Н., Лысковец М. В.</i> Использование вертолетов для борьбы с заморозками	47
<i>Жмодяк Р. А., Соломонов А. А., Академик В. В., Попов—выдающийся ученый-геодезист (к 105-летию со дня рождения)</i>	49
<i>Сачок Г. И., Шишонко Н. А., Марьина Л. В.</i> Типологическое районирование территории Беларуси по корреляционным связям морфометрических параметров рельефа	53
<i>Каратаев А. Ю., Рудаковский И. А., Буракова Л. Е.</i> Распределение и динамика цезия-137 в озерных водоемах с различными уровнями радиоактивного загрязнения	57
<i>Иванов Н. П., Куликов Я. К., Чубаков А. С., Малашенков В. Ю.</i> Структурные почвенные мелиорации как основа оптимизации природной среды	61
<i>Воронкова Н. Ф.</i> Эколого-географическая концепция ТерКСОП Минской агломерации	67

НОВОЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

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

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Kaputsky F. N., Starobinets G. L., Yurkshovich T. L., Borschenskaya T. I.</i> About the cooperative character of aminocarboxylic acids sorption by polyelectrolytes from binary aqueous-ethanol mediums	3
<i>Mechkovsky S. A., Abugoffa A. A., Muravskaya N. V.</i> The optimization of selectivity of sorption-colorimetric method of determination of heavy metals trace.	8
<i>Biryukova N. M., Sokolov V. G., Bobrovskaya V. P.</i> Chemical deposition of nickel from polydisulphide containing solutions	11
<i>Baranovskaya T. V., Mashenkov V. A., Stanishevski L. S.</i> New synthetic approach to cyclohexa—and cyclohepta [b] pyrroles	13
<i>Tsybul'skaya L. S., Gayevskaya T. Y., Novotortseva I. G.</i> Investigation of electrochemical deposition of the Ni-P alloy	15

BIOLOGY

<i>Senchuk V. V., <u>Pikulev A. T.</u>, Lastovskaya L. A.</i> The influence of gamma-radiation and sodium nitrate on the cytoskeleton of rat hepatocytes	19
<i>Girilovich I. S., Lemeza N. A., Shukanow A. S.</i> The new species of the peronosporales mushrooms and their nourishing plants in Byelorussia	25
<i>Lopatini I. K.</i> Intrazonal biotopes as centres of biodiversity in the aride zones of Eurasia	29

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

3'93

ОКТАБРЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“

Главный редактор В. Г. РУДЬ

Ответственный секретарь П. Н. БАРАНОВСКИЙ

Редакционная коллегия серии:

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

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

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

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

Сдано в набор 19.10.93. Подписано в печать 08.12.93. Формат 70 × 108 1/16.
Бумага офс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,52. Уч.-изд. л. 7,82.
Тираж 1385 экз. Зак. 952. Цена 25 р.

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

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

© Вестник Белгосуниверситета, 1993



УДК 542.61

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

О КООПЕРАТИВНОМ ХАРАКТЕРЕ СОРБЦИИ АМИНОКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТАМИ ИЗ БИНАРНЫХ ВОДНО-СПИРТОВЫХ СРЕД

The free energy of formation sorption bonds between α -aminoacids and polyelectrolytes swollen in binary water—alcohol solutions of variable composition is a linear function the sum of three items: the free energy stabilization of the two binary solution components in the swollen polyelectrolyte and the affinite free energy of the polyelectrolyte to water. The cellulose polyelectrolytes show the largest gain of the sorbtion free energy.

Создание и изучение свойств физиологически активных полимеров (ФАП), представляющих собой сочетание полимеров-носителей и физиологически активных веществ (ФАВ), — актуальное научное направление, стремительно развивающееся на границе физической химии полимеров, биохимии, фармакологии и медицины [1].

Интенсивно изучается влияние природы связи ФАВ—носитель на функционирование ФАП [2]. От природы этой связи, ее стерического и зарядового окружения зависит скорость отщепления ФАВ от носителя и уровень его активности. Большое внимание привлекает исследование сорбционных связей ФАВ—носитель, функционирование которых осуществляется наиболее простым образом. Препятствием к широкому использованию этих связей является их лабильный характер, легкая подверженность воздействию внешних факторов (рН, ионная сила), что затрудняет предсказание поведения ФАВ в условиях их физиологического действия.

В последнее время были высказаны соображения о возможности значительного улучшения свойств сорбционных контактов путем внедрения молекул ФАВ в полимерные гели [3], где их подвижность и способность к инактивации за счет «разворачивания» сильно ограничены размерами ячеек пространственной структуры геля. При этом возможно значительное усиление прочности сорбционных контактов за счет возрастания тенденции к формированию соединений ФАВ—носитель типа клатратных. Такой метод реализован в работах [4], посвященных изучению сорбции аминокислот (АКК) и других ФАВ целлюлозными полиэлектrolитами из бинарных водно-органических сред переменного состава. Изменение состава водно-органической среды позволяет управлять размерами ячеек пространственной структуры набухшего полиэлектrolита.

Цель настоящей работы — изучить влияние стабилизации компонентов бинарного раствора в фазе набухшего полиэлектrolита на свободную энергию формирования сорбционных связей АКК—полиэлектrolит. АКК выбраны в качестве простых моделей более сложных ФАВ (полипептиды, ферменты).

Экспериментальная часть

Методики изучения межфазного распределения АКК и компонентов бинарных сред описаны в [5, 6]. В этих же работах дано обоснование выбора обследованных полиэлектrolитов. Константы необменной сор-

бции ($K_{нс}$) АКК рассчитывались по начальным наклонам изотерм $\bar{C} - C$ (C и \bar{C} – равновесные концентрации АКК. Здесь и в дальнейшем надстрочный индекс относится к раствору фазы полиэлектролита). Значения свободной энергии необменной сорбции (μ_c) рассчитывались по уравнению:

$$\Delta G_{нс}^0 = -2,3RT \log K_{нс}. \quad (1)$$

Таблица 1

Значения K_1 и K_2

Поли- электро- лит	Водно-этанольные растворы		Водно-пропаноль- ные растворы	
	K_1	K_2	K_1	K_2
АРА-2п(Cl^-)	3,9	0,7	—	—
КБ-4п2(K^+)	11,5	0,2	13,0	0,9
КБ-4п2(H^+)	0,7	1,1	0,4	1,1
МКЦ(Ca^{+2})	3,0	0,8	—	—
АКЦ	2,0	0,7	—	—

Таблица 2

Значения $\Delta G_{пол}^0$, $\Delta G_{сфб}^0$ (кДж/моль $^{-1}$) в системах полиэлектролит–водно-пропанольные растворы при 293 К

Ионит	КБ-4п2(К)		КБ-4п2(Н)	
	$\Delta G_{пол}^0$	$\Delta G_{сфб}^0$	$\Delta G_{пол}^0$	$\Delta G_{сфб}^0$
$N_2 = 0,10$				
Глицин	-3,43	-0,52	—	—
Аланин		-1,20		—
Лейцин		-2,76		—
$N_2 = 0,27$				
Глицин	-7,54	+0,38	-0,90	-0,86
Аланин		+0,88		-2,0
Лейцин		+2,00		-4,6
$N_2 = 0,54$				
Глицин	-12,22	+0,80	-4,2	-0,23
Аланин		+1,88		-0,53
Лейцин		+4,28		-1,2
$N_2 = 0,72$				
Глицин	-15,59	+1,14	-7,5	+0,20
Аланин		+2,66		+0,48
Лейцин		+6,11		+1,1
$N_2 = 0,82$				
Глицин	-17,99	+1,43	-8,6	+0,38
Аланин		+3,31		+0,66
Лейцин		+7,58		+1,8

На основе принципа аддитивности свободной энергии по общепринятой методике [5, 7] рассчитаны слагаемые $\Delta G_{нс}^0$: свободная энергия формирования полярных сорбционных контактов ($\Delta G_{пол}^0$) и свободная энергия сольвофобных взаимодействий углеводородных радикалов АКК с гидрофобными участками матрицы полиэлектролита – $\Delta G_{сфб}^0$. Эти слагаемые приведены в табл. 2 для систем полиэлектролит – водно-пропанольные смеси. В системах полиэлектролит – водно-этанольные смеси значения

этих слагаемых несколько отличаются. О природе этих различий сказано ниже. В дальнейшем рассматриваются зависимости, относящиеся к величине $\Delta G_{\text{пол}}^0$, поскольку эта величина является подавляющим слагаемым $\Delta G_{\text{ис}}^0$, а также потому, что она не подвержена влиянию различающегося по величине и знаку слагаемого свободной энергии сольвофобного эффекта $\Delta G_{\text{сфб}}^0$. Значения коэффициентов распределения воды (K_1) и спиртов (K_2) рассчитаны по начальным наклонам изотерм $\bar{N}_1 - N_1$ и $\bar{N}_2 - N_2$ и приведены в табл. 1 (N_1 и N_2 — мольная доля воды и спирта).

Значения коэффициентов активности компонентов бинарного раствора в фазе полиэлектролита рассчитывались по приближенному уравнению:

$$\bar{\gamma}_1 = \frac{N_1}{\bar{N}_1} \gamma_1 \quad \bar{\gamma}_2 = \frac{N_2}{\bar{N}_2} \gamma_2. \quad (2)$$

Значения γ_1 и γ_2 бинарных водно-этанольных и водно-пропанольных растворов взяты из [8, 9].

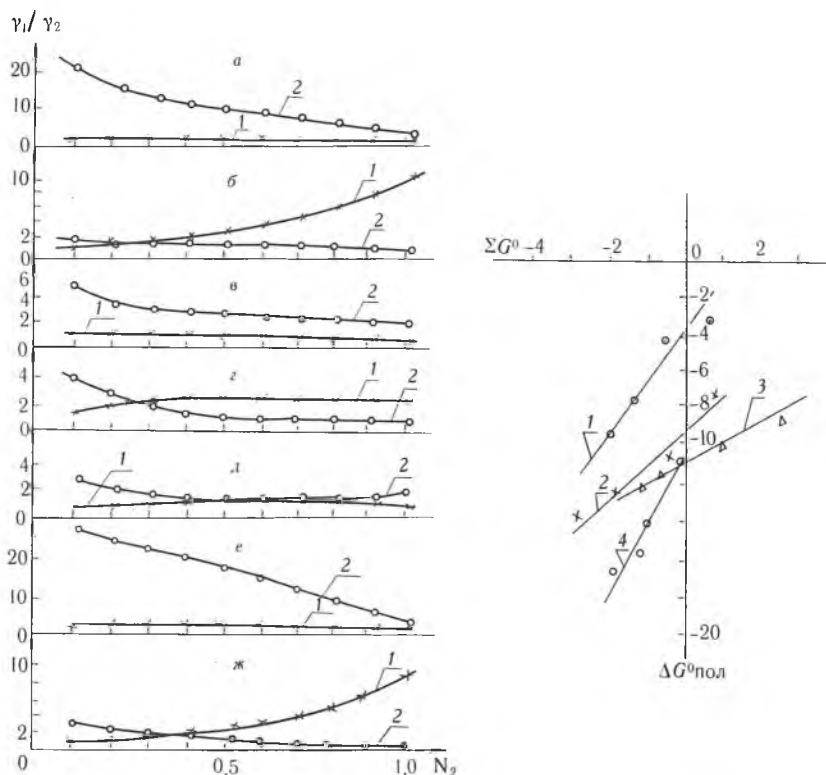


Рис. 1. Изотермы $\bar{\gamma}_1 - N_2(1)$, $\bar{\gamma}_2 - N_2(2)$ в системах водно-этанольные растворы: КБ-4п2(K^+)—а, КБ-4п2(H^+)—б, АРА-3п(Cl^-)—в, АКЦ—з, МКЦ(Ca^{+2})—д и водно-пропанольные растворы: КБ-4п2 (K^+)—е, КБ-4п2(H^+)—ж

Рис. 2. Изотермы $\Delta G_{\text{пол}}^0 - \Sigma \Delta G^0$ в системах водно-этанольные растворы: 1—АРА-2п(Cl^-), 2—КБ-4п2(K^+), 3—АКЦ, 4—МКЦ(Ca^{+2})

В соответствии с теорией коэффициента активности [10] свободная энергия переноса одного моля растворенного вещества А из реального раствора в идеальный раствор такого же состава описывается уравнением:

$$\Delta G_{\text{иср}}^0 = -2,3 RT \log \gamma_A. \quad (3)$$

Термодинамически выгодная величина $\Delta G_{\text{иср}}^0$ (γ_A больше 1) характеризует степень дестабилизации компонента в бинарном растворе. Наоборот, уменьшение величины γ_A сопряжено со стабилизацией компонента, которая характеризуется уменьшением тенденции его ухода из фазы набухшего полиэлектролита. Таким образом, уравнение (3) с точностью

до знака описывает свободную энергию стабилизации компонента в растворе фазы полиэлектролита.

Результаты и их обсуждение

Из рис. 1, а видно, что в фазе полиэлектролита КБ-4п2(K^+), набухшем в водно-этанольных смесях, значения $\bar{\gamma}_1$ в широком диапазоне изменения состава бинарного раствора близки к единице, а значения $\bar{\gamma}_2$ намного больше единицы, что характеризует стабилизацию воды и дестабилизацию спирта в этой фазе в особенности при его малых концентрациях. Высокое сродство воды к полиэлектролиту обусловлено ионным характером связи между фиксированным анионом и подвижным противоионом калия. При высоких концентрациях спирта наблюдается некоторое ослабление дестабилизации спирта, которое может быть объяснено сольвофобными взаимодействиями его гидрофобных радикалов с неполярными участками матрицы полиэлектролита и ион-дипольными взаимодействиями спиртовых ОН-групп с ионогенными группами полиэлектролита, гидратация которых при высоких концентрациях спирта сильно ослаблена.

Иная картина наблюдается в системе КБ-4п2(H^+) – водно-этанольные смеси (рис. 1, б). Преимущественно ковалентный характер фиксированного карбоксилат-иона с протоном предопределяет гидрофобный характер этого полиэлектролита. Действительно, в рассматриваемой системе коэффициент межфазного распределения воды K_1 равен 0,7, а спирта 1,1 (см. табл. 2), т. е. полиэлектролит проявляет большее сродство к спирту, чем к воде. Поэтому в широкой области изменения составов спирт в растворе фазы полиэлектролита стабилизирован (значения $\bar{\gamma}_2$ близки к 1), а вода дестабилизирована (значения $\bar{\gamma}_1$ гораздо больше 1), в особенности при высоких концентрациях спирта.

Некоторая дестабилизация спирта при его малых концентрациях может быть объяснена тем, что такие концентрации спирта укрепляют структуру воды [11, 12], что благоприятствует сдвигу межфазного распределения спирта в сторону внешнего водно-спиртового раствора и благоприятствует дестабилизации спирта в растворе фазы полиэлектролита. По сравнению с этанолом пропанол сильнее укрепляет структуру воды и поэтому в водно-пропанольных растворах дестабилизация спирта при его малых концентрациях проявляется более четко, что видно при сопоставлении изотерм $\bar{\gamma}_2 - N_2$ в водно-этанольных и водно-пропанольных растворах (см. рис. 1).

В системах с участием полиэлектролита АРА-2п(Cl^-) зависимости $\bar{\gamma}_1 - N_2$ и $\bar{\gamma}_2 - N_2$ (см. рис. 1, в) аналогичны зависимостям в системах с участием полиэлектролита КБ-4п2(K^+) (см. рис. 1, а), что обусловлено преимущественно ионным характером связи фиксированный катион – подвижный анион. Однако дестабилизация спирта в этих системах выражена гораздо слабее, чем в системах с участием полиэлектролита КБ-4п2(K^+). Известно, что соли тетраалкиламмония хорошо растворимы в органических растворителях [13], причем эти растворы обладают высокой электропроводностью, т. е. соли тетраалкиламмония хорошо ионизированы даже в растворителях с низкими значениями диэлектрической проницаемости. В системах АРА-2п(Cl^-) – вода – этанол радикалы молекул спирта вступают в сольвофобные взаимодействия с бензилтриалкильными радикалами фиксированного катиона полиэлектролита, следствием чего является уменьшение дестабилизации спирта.

В системах АКЦ – водно-этанольные смеси (рис. 1, г) оба компонента бинарной водно-этанольной смеси стабилизированы в фазе полиэлектролита благодаря взаимодействию с неионизированными карбоксильными, третичными аминогруппами и с полярными ОН-группами целлюлозной матрицы. Действительно, как видно из рис. 1, г, в широкой области изменения составов водно-этанольных смесей значения $\bar{\gamma}_1$ и $\bar{\gamma}_2$ мало отличаются от единицы. Лишь в области мольных долей спирта 0 – 0,3 наблюдается сравнительно небольшая дестабилизация спирта, которая в дополнении к сказанному выше при рассмотрении систем с участием полиэлектролита КБ-4п2(H^+) может быть объяснена тем, что в растворах, содержащих небольшие концентрации спирта, тенденция к расслоению бинарного раствора усиливается благодаря сильному сродству молекулы воды к ОН-группам целлюлозы.

В системах МКЦ (Ca^{2+}) – водно-этанольные смеси величина коэффициента межфазного распределения спирта K_2 практически совпадает с величиной этого коэффициента в системах АКЦ – вода – этанол. Отсюда следует, что оба полиэлектролита проявляют приблизительно одинаковое сродство к этанолу. Однако полиэлектролит МКЦ (Ca^{2+}) проявляет гораздо большее сродство к воде, что обусловлено преимущественно ионным характером связи фиксированный анион – подвижный противоион Ca^{2+} , следствием чего является усиление стабилизации воды по сравнению с раствором фазы набухшего полиэлектролита АКЦ. Действительно, из сопоставления рис. 1, з и 1, д видно, что в фазе набухшей АКЦ почти во всей области составов изотерма $\bar{\gamma}_1 - N_2$ проходит выше изотермы $\bar{\gamma}_2 - N_2$.

Таким образом, в системах с участием карбоксильных полиэлектролитов на основе целлюлозы в широкой области составов водно-спиртовых сред стабилизированы оба компонента бинарного раствора и это важный фактор, способствующий повышению дополнительного выигрыша свободной энергии формирования сорбционных контактов с АКК по сравнению с рассмотренными выше синтетическими полиэлектролитами.

Стабилизация компонентов бинарного раствора в фазе набухшего полиэлектролита – необходимое условие кооперативного протекания сорбционного процесса, заключающегося в том, что гидрофобные радикалы АКК и спиртов взаимодействуют с гидрофобными центрами матрицы полиэлектролита с образованием неполярной псевдофазы, а функциональные группы спиртов и АКК участвуют в создании полярной псевдофазы, образованной ионогенными группами и сформированными вокруг них смешанными гидратно-сольватными оболочками. Следует иметь в виду, что стабилизация молекул АКК и спиртов ослабляет экранирующее действие гидрофобных радикалов на функциональные группы, что способствует повышению их реакционной способности. Далее, сродство полиэлектролита к воде, измеряемое коэффициентом ее межфазного распределения K_1 , косвенно характеризует степень ионности связи фиксированный ион – подвижный противоион и сорбционную активность ионогенных групп. Изложенные соображения позволяют ожидать, что свободная энергия полярных сорбционных взаимодействий АКК с набухшим полиэлектролитом является функцией трех слагаемых: свободной энергии стабилизации обоих компонентов бинарного раствора в фазе набухшего полиэлектролита и свободной энергии средства полиэлектролита к воде, т. е.:

$$\Delta\bar{G}_1^0 = 2,3 RT \log \bar{\gamma}_1, \quad (4)$$

$$\Delta\bar{G}_2^0 = 2,3 RT \log \bar{\gamma}_2, \quad (5)$$

$$\Delta\bar{G}_3^0 = -2,3 RT \log K_1. \quad (6)$$

Уравнения (4 – 5) описывают свободную энергию стабилизации воды и спирта, а уравнение (6) – свободную энергию средства полиэлектролита к воде. Уменьшение термодинамической невыгодности слагаемых, описываемых уравнениями (4) и (5), характеризует возрастание плотности окружения молекул сорбата пространственной сеткой полиэлектролита. Возрастание термодинамической выгодности сорбции воды полиэлектролитом (уравнение (6)) характеризует усиление ион-дипольных взаимодействий сорбент – сорбат.

Таким образом, следует ожидать существования корреляции между значениями $\Delta G_{\text{пол}}^0$ и $\Sigma \Delta G^0$ слагаемых, описываемых уравнениями (4 – 6). Рис. 2 подтверждает это ожидание. Из рисунка видно, что наибольший выигрыш свободной энергии сорбции реализуется на целлюлозных полиэлектролитах АКЦ и МКЦ (Ca^{2+}), у которых в растворе фазы полиэлектролита стабилизированы оба компонента бинарного раствора. Наибольший выигрыш $\Delta G_{\text{пол}}^0$ проявляет полиэлектролит МКЦ (Ca^{2+}), который в отличие от полиэлектролита АКЦ, наряду со стабилизацией компонентов бинарного раствора, проявляет значительное сродство к воде ($K_1 = 3,0$). В полиэлектролите КБ-4п2 (K^+) стабилизирована только

вода, однако в системах с его участием проявляются значения $\Delta G_{\text{пол}}^0$, близкие к их значениям в системах с участием полиэлектролита АКЦ, что объясняется очень большим сродством этого полиэлектролита к воде ($K_1 = 11,5$). Наименьший выигрыш $\Delta G_{\text{пол}}^0$ наблюдается в системах с участием полиэлектролита КВ-4п2(H^+), что объясняется ковалентным характером связи фиксированный ион – противоион и сильной дестабилизацией воды.

Следует ожидать, что при переходе к ФАВ, обладающим большей молекулярной массой и большим числом полярных групп по сравнению с АКК, кооперативное взаимодействие в сочетании с многоточечным сшиванием сдвинет значения свободной энергии сорбционных связей в сторону значительно более высокой термодинамической выгоды.

Список литературы

1. Платэ Н. А., Валусев Л. И. // Полимеры в контакте с живым организмом. М., 1987.
2. Платэ Н. А., Васильев А. Е. // Физиологически активные полимеры. М., 1986. С. 5.
3. Торчилин В. П. // Иммуобилизованные ферменты в медицине. М., 1986. С. 3.
4. Капуцкий Ф. Н., Юркович Т. Л. // Лекарственные препараты на основе производных целлюлозы. Мн., 1989.
5. Старобинец Г. Л., Борщенская Т. И., Максимова С. Г. // Докл. АН БССР. 1983. Т. 27. № 2. С. 138.
6. Ногаре С. Д., Джувет Р. С. // Газожидкостная хроматография. Л., 1966.
7. Leo A., Hansh C., Elkins D. // Chem. Rev. 1971. V. 71. № 6. P. 525.
8. Коган В. Б., Фридман В. М., Кафаров В. В. // Равновесие между жидкостью и паром. Л., 1966. Кн. 1. С. 277.
9. Butler J. A. V., Thomson D. W., Maclellan W. H. // Journ. Chem. Soc. 1933. P. 674.
10. Гордон Дж. // Органическая химия растворов электролитов. М., 1979. С. 24.
11. Maham J., Freeman G. R. // Journ. Phys. Chem. 1985. V. 89. № 20. P. 434.
12. Varone G., Castagnuolo G., Del Vecchio, Elia V. // Journ. Therm. anal. 1988. V. 34. № 2. P. 431.
13. Фишер Л., Фишер М. // Органическая химия. М., 1970. Т. 1. С. 595.

УДК 541.183.5:543.70

С. А. МЕЧКОВСКИЙ, А. А. АБУГОФФА, Н. В. МУРАВСКАЯ

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ СОРБЦИОННО-КОЛОРИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЛЕДОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Several methods of direct determination of trace quantities of heavy metals are developed using of microcolumn frontal chromatography on surface-layers sorbents. The effectivity of combining methods chromatographic separation and masking of metals in liquid medio is considered.

В следовом анализе перспективно применение химических методов. Обладая достаточной эффективностью, эти методы не требуют сложного аппаратного оформления, что весьма важно в связи с обострившейся проблемой контроля за загрязнением окружающей среды. Для создания всеобъемлющей системы контроля необходимы доступные высокочувствительные методы. С этой точки зрения особый интерес представляют каталитические [1] и сорбционно-колористические [2, 3] методы. В титриметрическом варианте сорбционно-колористического анализа чувствительность определений в приложении к тяжелым металлам находится на уровне ПДК и более низких концентраций. Воспроизводимость и надежность результатов вполне удовлетворительна.

Ранее нами установлена возможность селективного определения следовых количеств наиболее токсичных металлов путем сочетания сорбционно-колористической титриметрии с разделением компонентов методом элюэнтной микроколоночной хроматографии на поверхностно-слоиных сорбентах [4]. Показана эффективность использования смешанных растворителей для контролируемого изменения чувствительности и рабочей области [5]. В данной работе изучен ряд вариантов прямого определения следов металлов на основе применения высокоселективных сорбентов.

Исследована возможность сочетания селективной сорбции с процессами внутреннего разделения (маскирования), а также фронтального хроматографического отделения мешающих компонентов на микроколонках.

Экспериментальная часть

Для приготовления сорбентов в качестве носителей активной фазы использованы целлюлозные и полистирольные анионообменники, а также оксид алюминия аналитической квалификации. В качестве сорбционно-активных компонентов были применены реагенты селективного действия, иммобилизация которых на носителе осуществлялась путем замещения подвижных ионов анионообменника (обработка ионообменника в Cl-форме избытком раствора реагента) или осаждением малорастворимого соединения, содержащего активного компонента. Размер гранул носителей составлял 0,1–0,25 мм.

Индикаторные колонки (стеклянные трубки с диаметром канала 2 мм) заполнялись на высоту 5–10 мм. Через колонки пропускались исследуемые (стандартизированные) растворы со скоростью 1 мл/мин до образования окрашенной зоны на верхнем срезе слоя сорбента. В момент появления окраски фиксировался объем раствора. Отсчет объема снимался по бюретке с ценой деления 0,02 мл.

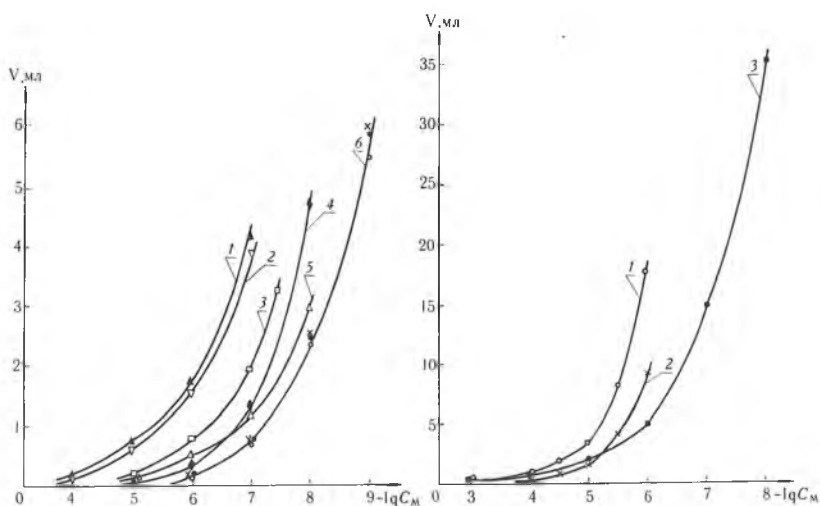


Рис. 1. Зависимость объема подвижной фазы от отрицательного логарифма концентрации металла:

1, 3—Co(II); 2—Ni(II); 4—Bi(III); 5—Cu(II) на фоне 0,01M NaF; 6—Cu(II), Pb(II), Hg(II). Сорбенты: A-SM (1, 2); AC-HC (3); D-J (4); D-TK (5); C-SZ (6)

Рис. 2. Зависимость объема подвижной фазы от отрицательного логарифма концентрации металла:

1—Cr(VI); 2—Fe(III); 3—Hg(II) на фоне 0,01 M ЭДТА. Сорбенты: D-ДФА (1); A-FCN (2); C-SZ (3)

Стандартные растворы солей (нитраты или хлориды) исследуемых металлов приготовлены на воде, очищенной от следов тяжелых металлов сорбционным методом. С этой целью дистиллированная вода пропускалась через колонку диаметром 5 мм и высотой 15 мм, заполненную сорбентом, селективным к целевому металлу. В тех случаях, когда градуировочная функция изучалась на фоне электролита (кислота или комплексообразующий реагент), последний очищался аналогичным образом.

Результаты и их обсуждение

Функциональная зависимость между объемом подвижной фазы V , отвечающим образованию окрашенной зоны, и концентрацией иона металла C_m для исследованных систем представлена на рис. 1 и 2. Определенность функций, как видно, охватывает широкую область значений C_m . Величины предельно допустимых концентраций для природных вод [6], как правило, находятся внутри этой области.

Графики $V = f(C_m)$ могут быть использованы в качестве градуировочных как в полулогарифмической [4], так и в логарифмической [5] форме. В последнем случае связь между V и C_m прямолинейна. Этот вид функции соблюдается независимо от механизма взаимодействия микроэлемента с сорбционно-активным веществом. Очевидным является сходство графиков при образовании окрашенных зон вследствие процессов обменного осаждения (сорбенты С-SZ, А-SM, А-FCN, D-I), образования хелатных комплексов (D-ТК, АС-НС) и окисления-восстановления (D-ДФА).

Сорбенты для селективного определения следов металлов

Сорбент	Носитель	Активный компонент	Определяемые ионы	Фон	Мешающие ионы
С-SZ	Карбоксиметилцеллюлоза	Сульфид цинка	Hg(II)	0,01M ЭДТА	—
			»	0,001M Na ₂ HPO ₄	Cu(II)
А-SM	Оксид алюминия	Сульфид марганца	Co(II) Ni(II)	—	Bi(III), Cu(II), Hg(II), Pb(II)
АС-НС	Диэтиламиноэтилцеллюлоза	Нитрозо-р-соль	Co(II)	—	Ni(II) (при большом избытке)
D-ТК	Дауэкс-2 × 10	Диэтилдитиокарбаминат-ион	Cu(II)	—	Fe(III)
			»	0,01M NaF	—
D-ДФА	Дауэкс-2 × 10	Дифениламиносульфонат-ион	Cr(VI)	—	—
D-J	Дауэкс-2 × 10	Иодид-ион	Bi(III)	1M HCl	—
А-FCN	Оксид алюминия	Гексацианоферрат (II) кальция	Fe(III)	0,001M HCl	—

Как показывают полученные результаты (см. таблицу), прямое определение следовых количеств близких по свойствам металлов обеспечивается, главным образом, выбором высокоселективных подвижных фаз сорбентов. Наряду с этим весьма эффективно применение маскирующих реагентов, вводимых в подвижную фазу. Так, на сорбенте С-SZ, дающем сходные сигналы при поглощении ряда халькофильных ионов, прямое определение ртути осуществляется на фоне 10^{-2} M раствора ЭДТА (см. рис. 2). На том же сорбенте в присутствии 10^{-3} M гидрофосфата натрия определяется суммарное содержание ртути (II) и меди (II). Это позволяет находить концентрацию ртути до 10^{-9} моль/л по разности, используя данные о содержании меди, полученные на сорбенте D-ТК в присутствии фторида натрия. Чтобы определить содержание никеля, необходимо предварительное отделение ионов, образующих окрашенные продукты при взаимодействии с MnS. Для этого исследуемый раствор (15–20 мл) пропускается через колонку с сорбентом С-SZ, который поглощает все халькофильные ионы за исключением никеля (II) и кобальта (II). Суммарное содержание этих ионов определяется в фильтрате с помощью сорбента А-SM по усредненному градуировочному графику (см. рис. 1, кривые 1, 2). Используя данные о концентрации кобальта (определение на сорбенте АС-НС), по разности находим концентрацию никеля. Осложнения могут возникнуть лишь при многократном избытке никеля. Как показано на рис. 3, селективное определение кобальта невозможно, если его концентрация в 1000 и более раз меньше концентрации никеля.

Таким образом, применение микроколонок с селективными поверхностно-слоистыми сорбентами позволяет анализировать сложные смеси металлов при весьма низких их концентрациях, не прибегая к использованию сложного оборудования. Методика проведения анализа сопоставима с традиционными методиками титриметрического микроанализа. Погрешности определений при этом не превышают пределов, допустимых в следовом анализе [4, 7].

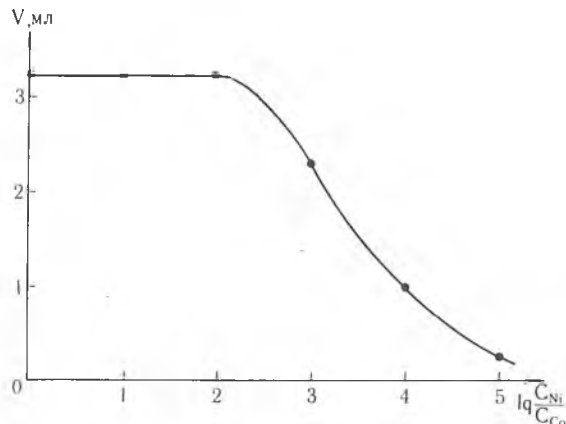


Рис. 3. Значения V в зависимости от логарифма соотношения концентраций Ni(II) и Co(II) при $C_{Co} = 3 \cdot 10^{-8} \text{M}$, сорбент АС-НС

Список литературы

1. Мюллер Г., Отто М., Вернер Г. Каталитические методы в анализе следов элементов. М., 1983.
2. Сердюкова М. И., Мягкой О. Н. Теория и практика сорбционных процессов. Воронеж, 1981. № 14. С. 55.
3. Петрова Т. В., Джераян Т. Г., Саввин С. Б. // Журн. аналит. химии. 1990. Т. 45. № 3. С. 579.
4. Мечковский С. А., Овсянко Л. М., Акинчиц Е. А., Абугоффа А. А., Завадская О. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1. С. 25.
5. Мечковский С. А., Овсянко Л. М., Акинчиц Е. А., Абугоффа А. А., Муравская Н. В. // Химия и хим. технология. 1992. № 4. С. 32.
6. Никаноров А. М. Гидрохимия. Л., 1989. С. 282.
7. Каплан Б. Я., Карпов Ю. А., Филимонов Л. Н. Методы анализа высокочистых веществ. М., 1987. С. 41.

УДК 621.793.3

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

ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИДИСУЛЬФИДЫ

The possibility of using polydisulphides as modifying agents for nickel deposition have been demonstrated.

Известно, что свойства покрытий (коррозионная стойкость и износостойкость, адгезионная прочность, коэффициент отражения и др.), полученных методом химического осаждения, существенно зависят от природы добавок, вводимых в состав растворов химического осаждения. Известно также, что введение ряда добавок (в частности, поверхностно-активных веществ, серосодержащих соединений, окислителей) в растворы химического осаждения металлов приводит к торможению процесса некаталитического восстановления ионов металлов (меди, никеля, серебра) в объеме раствора. Индукционный период появления твердой фазы существенно зависит от природы вводимых в раствор добавок. Литература по проблеме использования их в растворах химического осаждения металлов довольно обширна, имеется ряд обзорных работ [1 – 3]. Однако

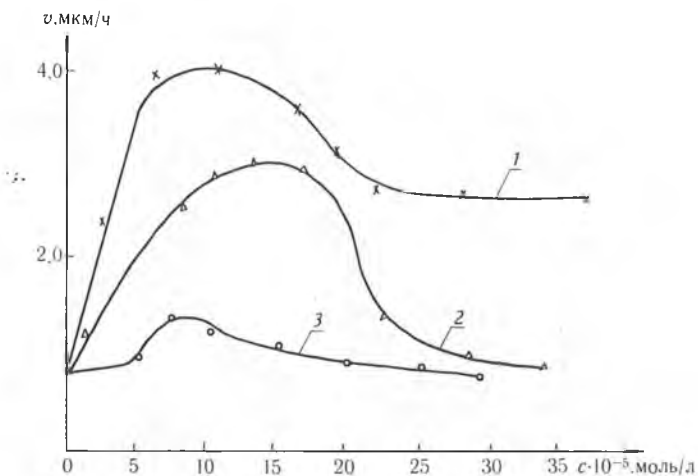
следует отметить, что большинство предлагаемых в настоящее время добавок описано лишь в патентах, во многих случаях без приведения количественных данных об их влиянии на скорость осаждения и свойства покрытий, на стабильность раствора.

В данной статье сообщается об обнаруженной нами возможности стабилизации растворов химического осаждения никеля с помощью полидисульфидов при одновременном повышении скорости осаждения и улучшении механических свойств образующихся покрытий.

Испытывались полидисульфиды общей формулы $[-R-S-S-]_n$, где $n = 2-4$, в частности, на основе нитрилтриуксусной кислоты ($R = C_6H_5O_{11}-$), сульфаниловой ($R = C_6H_5NSO_3-$) и пирозлизовой ($R = C_6H_5O_3-$), которые были получены по методике, описанной в [4], и идентифицированы по ИК спектрам.

Исходный раствор химического осаждения никеля имел следующий состав, моль/л: хлорид никеля $- 6,3 \cdot 10^{-2}$, ацетат натрия $- 7,3 \cdot 10^{-2}$, хлорид аммония $- 9,3 \cdot 10^{-1}$, гипофосфит натрия $- 9,8 \cdot 10^{-1}$, $pH = 6,4$. Температура осаждения $50^\circ C$.

Осаждение никеля в отсутствие и в присутствии полидисульфидов проводили на стеклянные пластины, покрытые по методике [5] пленкой гидроксида титана, легированного хлоридом палладия, выполняющей функцию адгезионного подслоя и матрицы для распределения катализатора — микрокристаллов палладия, которые образуются в процессе экспонирования пленки УФ светом. Стабильность раствора оценивали по величине индукционного периода появления твердой фазы в объеме раствора. Скорость осаждения Ni изучали с использованием гравиметрического метода. Пластичность полученных пленок определяли по числу перегибов покрытия под углом 180° . ЭМ исследование влияния полидисульфидов на рельеф поверхности никелевого покрытия проводили на микроскопе ЭМ-100 ЛМ.



Зависимость скорости осаждения сплава никель-фосфор от концентрации вводимых в раствор добавок:

1 — полидисульфид нитрилтриуксусной кислоты; 2 — полидисульфид пирозлизовой кислоты; 3 — полидисульфид сульфаниловой кислоты

Согласно полученным нами экспериментальным результатам, полидисульфиды выполняют функцию стабилизаторов раствора химического осаждения никеля. Введение указанных веществ в никель-гипофосфитный раствор с концентрациями $2-40 \cdot 10^{-6}$ моль/л увеличивает индукционный период саморазложения раствора, значительно замедляя скорость накопления частиц металла в объеме раствора, в результате чего стабильность его возрастает с 4 ч (без корректировки раствора) до 6 сут. Индукционный период саморазложения раствора и скорость накопления частиц металла в его объеме зависят от природы радикала в составе и концентрации добавки полидисульфида.

Проведенное исследование показало, что апробированные нами полидисульфиды не только стабилизируют раствор химического осаждения никеля, но и оказывают ускоряющее действие на процесс восстановления Ni(II) гипофосфитом.

Из рисунка видно, что концентрация вводимых в раствор полидисульфидов существенно сказывается на скорости осаждения никеля на палладиевые центры. В частности, полидисульфид нитрилотриуксусной либо пирослизевой кислоты с концентрацией $1,5 - 2,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л приводит к ускорению в 2–4 раза процесса восстановления никеля (II) гипофосфитом. Увеличение концентрации исследованных добавок до $4 - 7 \cdot 10^{-5}$ моль/л приводит к некоторому снижению скорости осаждения и при концентрации свыше $8,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л величина скорости осаждения соответствует скорости осаждения сплава никель-фосфор в отсутствие добавок. Следует заметить, что большинство предлагаемых в литературе добавок, выполняющих роль стабилизаторов раствора химического осаждения, как правило, уменьшают скорость осаждения металла и при достаточно высокой их концентрации восстановление металла вообще прекращается. Сведения о том, что добавки стабилизируют и не замедляют скорость осаждения и даже действуют как ускорители, весьма ограничены [1, 2].

Данные ЭМ исследования формирования микрорельефа поверхности никелевых пленок показывают, что введение полидисульфидов в никель-гипофосфитный раствор способствует формированию равномерных, мелкозернистых (средний размер зерен никеля составляет 50–60 нм вместо 100–110 нм в отсутствие полидисульфидов при одной и той же толщине пленки) покрытий с плотной упаковкой зерен.

Установлено, что введение полидисульфидов в раствор химического никелирования приводит к снижению внутренних напряжений и увеличению (~ в 2 раза) пластичности никель-фосфорных покрытий.

Таким образом, из полученных результатов следует, что полидисульфиды в растворе никелирования увеличивают скорость формирования покрытия и способствуют образованию мелкозернистых пленок, обладающих повышенной пластичностью по сравнению с исходным покрытием, а также могут быть использованы для повышения стабильности никель-гипофосфитных растворов в широком интервале концентраций от $2 - 40 \cdot 10^{-6}$ моль/л, практически не оказывая ингибирующего действия на центры осаждения.

Список литературы

1. Свиридов В. В., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Степанова Л. И. // Химическое осаждение металлов из водных растворов. Мн., 1987.
2. Шалкаускас Л., Вашкялис А. // Химическая металлизация пластмасс. Л., 1987. 2-е изд.
3. Bielinski J., Kaminski K. // Surface and coat Technol. 1987. V. 31. № 3. P. 223.
4. А. с. 1479462 СССР // Б. И. 1989. № 18.
5. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Браницкий Г. С., Соколов В. Г. // Тез. докл. конф. по теорет. основам технологии нанесения хим. покрытий из металлов и сплавов. Киев, 1988. С. 14.

УДК 547.831

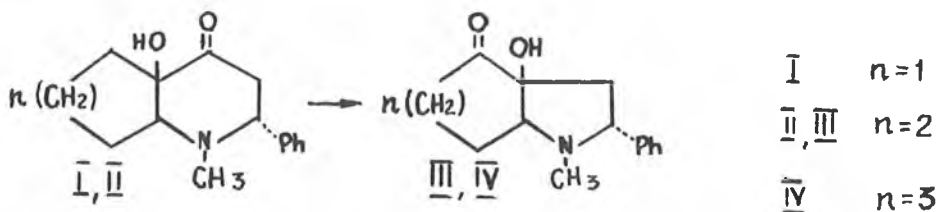
Т. В. БАРАНОВСКАЯ, В. А. МАШЕНКОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

НОВЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИКЛОГЕКСА- И ЦИКЛОГЕПТА [b] ПИРРОЛОВ

The new synthetic approach to octahydrocyclohexa- and decahydrocyclohepta [b] pyrroles through the acyloin rearrangement of the 4-hydroxy-2-phenyloctahydropyrindin-4-one and 4-hydroxy-2-phenyldecahydroquinolin-4-one have been developed.

Структурный фрагмент циклогепта [b] пиррола входит в состав ряда алкалоидов, которые представляют интерес в качестве биологически активных веществ [1]. Такого рода соединения были получены аза-перегруппировкой Коупа [2, 3] и внутримолекулярной циклизацией 4-аминоэтилициклогексен-2-онов [4] или 3-ацилнитрозоциклогексенов [5].

Нами разработан новый метод синтеза производных октагидроциклогекса- и декагидроциклопента [b] пирролов III, IV путем ацилоиновой перегруппировки соответствующих 4-гидрокси-2-фенилоктагидропириндин-4-она II и 4-гидрокси-2-фенилдекагидрохинолин-4-она I. Так, при обработке соединений I, II эфиром BF_3 пирролидины III, IV образуются с выходом 42 и 70 % соответственно. При нагревании пириндинона I в бензоле в присутствии LiOH пирролидин III образуется с выходом 72 %, в то время как из хинолона II в тех же условиях образуется равновесная смесь соединений II, IV в соотношении 60:40 соответственно.



Строение полученных соединений подтверждено данными элементного анализа, ИК, ПМР, ЯМР¹³C и масс-спектрами. Отнесение сигналов в спектрах ПМР соединений III, IV сделаны на основании сравнения со спектром исходных соединений I, II [6], а также с использованием двойного резонанса. Эксперименты с использованием ядерного эффекта Оверхаузера (ЯЭО) обнаружили отчетливые пространственные диполь-дипольные взаимодействия протонов OH и 7a-H или 8a-H, что указывает на *цис*-сочленение. Следует отметить, что сигнал протонов 7a-H у соединения III и 8a-H у соединения IV наблюдается в виде триплета и дублета с шириной по крайним пикам 8 и 6 Гц соответственно. Этот факт, очевидно, обусловлен существованием циклогексанового и циклопентанового колец в конформации искаженного кресла. В спектре ЯМР¹³C соединений III, IV сигналы атомов углерода 5-C метиленовых групп в α -положении к карбонильной группе наблюдаются при 48,3 и 48,4 м. д. соответственно, что согласуется с литературными данными [7].

Экспериментальная часть

ИК спектры растворов веществ в CCl_4 (10^{-3} моль/л) сняты на приборе Spcord-75 IR. Спектры ЯМР в CDCl_3 записаны на спектрометре Bruker WM-360, внутренний стандарт – ГМДС. В масс-спектрах синтезированных соединений, полученных на масс-спектрометре MAT-311 при ионизирующих электронах 70 эВ, пики молекулярных ионов отвечают вычисленным молекулярным массам. Данные элементного анализа на C, H, N соответствуют вычисленным. Соотношение соединений II, IV определено сравнением интегральных интенсивностей сигналов протонов 2-H в спектрах ПМР.

За -Гидрокси -1-метил -4-оксо -2-фенилдекагидроциклопента пиррол (IV). Растворяют 0,05 моль хинолона II при 60–65 °С в 20 мл эфирата BF_3 . Реакционную смесь выдерживают при этой температуре в течение 3 мин, охлаждают, выливают в 200 мл воды и подщелачивают водным раствором аммиака. Выделившийся продукт экстрагируют смесью эфир-бензол (1:1), растворитель упаривают, а остаток кристаллизуют из гексана.

Соединение IV, выход 70 %, $T_{\text{пл}}$ 72–73 °С. ИК спектр: 3490 cm^{-1} , 1690 cm^{-1} . Спектр ПМР: 1,37–1,54 (м, 2H); 1,63–1,72 (м, 1H); 1,97–2,08 (м, 2H); 2,08 (с, 1- CH_3); 2,10–2,19 (м, 3H); 2,40 (м, 5H); 2,59 (д, 6 Гц, 8a-H); 3,23 (м, 5H); 3,59 (д.д., 10,8 Гц, 7,2 Гц, 2H); 4,40 (с, OH); 7,34–7,46 (м, 5H_{аром}). Спектр ЯМР¹³C: 22,8 (6-C); 27,5 (7-C); 28,3 (8-C); 38,1 (3-C и CH_3); 48,4 (5-C); 71,2 (2-C); 73,9 (8a-C); 86,5 (3a-C).

За -Гидрокси -1-метил -4-оксо -2-фенилоктагидропириндол (III).

а) Получают из соединения I как в предыдущем опыте с выходом 42 %.

б) Растворяют 0,04 моль соединения I в 50 мл бензола, добавляют 0,1 г LiOH и нагревают до кипения в течение двух часов. Реакционную смесь охлаждают, LiOH отфильтровывают, растворитель отгоняют, а остаток кристаллизуют из гексана.

Соединение III, выход 72 %, $T_{пл} 54 - 55$ °C. ИК спектр: 3500 см^{-1} , 1720 см^{-1} . Спектр ПМР: 1,56–2,06 (м, 5H); 2,26 (с, 1-CH₃); 2,41–2,73 (м, 3H); 2,94 (м, 7a-H); 3,84 (д-д, 10 Гц, 6 Гц, 2H); 3,96 (с, OH); 7,27–7,47 (м, 5H_{аром}). Спектр ЯМР¹³C: 18,7 (6-C); 27,3 (7-C); 35,3 (3-C); 38,7(CH₃); 48,3 (5-C); 69,3 (2-C); 75,0 (7a-C); 83,0 (3a-C).

Список литературы

1. Overman L. E., Jacobsen Jon E., Doedens R. J. // Journ. Org. Chem. 1983. V. 48. P. 3393.
2. Jacobsen Jon E., Levin J., Overman L. E. // Journ. Am. Chem. Soc. 1988. V. 110. P. 4329.
3. Trost B. M., Lee D. C., Rise F. // Tetrahedron Letters. 1989. V. 30. № 6. P. 651.
4. Sanchez I. H., Soria J. J., Larraga M. I., Flores H. J. // Tetrahedron Letters. 1983. V. 24. № 6. P. 551.
5. Kesk G. E., Webb R. R., Yates J. B. // Tetrahedron. 1981. V. 37. № 23. P. 4007.
6. Барановская Т. В., Пшеничный Г. В., Станишевский Л. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3. С. 12.
7. Леви Г., Нельсон Г. // Руководство по ядерному магнитному резонансу углерода-13 для химиков-органиков. М., 1975.

УДК 543.251

Л. С. ЦЫБУЛЬСКАЯ, Т. В. ГАЕВСКАЯ, И. Г. НОВОТОРЦЕВА

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ СПЛАВА НИКЕЛЬ-ФОСФОР

The phosphorus content in Ni-P films depends on the pH of solution, the concentration of NaH₂PO₄, the cathodic current density, the temperature and changes from 0,8 to 19 wt. %. The crystallization process under the thermal treatment proceeds differently in crystalline and amorphous films. The X-ray amorphous films are more corrosion resistant in HCl and NaCl solutions as compared with the crystalline films.

В настоящее время большое внимание уделяется получению электролитических сплавов никеля с неметаллами (бором, фосфором), обнаруживающих ряд ценных свойств: высокую микротвердость, износостойкость, коррозионную устойчивость, низкий коэффициент трения, а также имеющий хороший декоративный вид [1].

Известно, что состав электролита и режимы электролиза оказывают влияние на содержание фосфора в сплаве, его структуру и морфологию, а также физико-механические и электрические свойства [2, 3].

Цель работы – в изучении влияния различных факторов на скорость осаждения сплава Ni–P и содержание неметаллического компонента, а также особенностей структуры, коррозионной стабильности пленок и структурно-фазовых превращений при термической обработке.

Электроосаждение пленок никель-фосфор проводили на поверхность меди или стали из электролита следующего состава, моль/л: никель сернокислый – 0,64, натрий фосфорноватистокислый – 0,28, натрий хлористый – 0,35, борная кислота – 0,32, pH электролита составлял $1,4 \pm 0,1$ и доводился раствором серной кислоты. Количество фосфора в сплаве определяли спектрофотометрически. Погрешность анализа не превышала 5 %. Съемку рентгенограмм осуществляли на дифрактометре ДРОН-3 в интервале углов $2\theta - 6 - 45^\circ$ со скоростью записи 1 град/мин на MoK α -излучении ($\lambda = 0,711 \text{ \AA}$). Толщина пленок для рентгенофазового анализа составляла 20 мкм. Прогрев пленок Ni–P проводили в инертной атмосфере аргона при температуре 300, 400 и 500 °C в течение 1 ч. Кривые дифференциального термического анализа (ДТА) получены при прогреве пленок до 700 °C в стационарной воздушной атмосфере в дериватографе при скорости повышения температуры 10 град/мин. Коррозионные исследования осуществляли с использованием потенциодинамического метода. Регистрацию поляризационных кривых прово-

дили на потенциостате П-5848 в режиме линейной развертки потенциала со скоростью 2 мВ/с. Значения потенциалов приведены по отношению к хлоридсеребряному электроду сравнения. Рабочим электродом служила медная проволока диаметром 1 мм, на которую был предварительно нанесен сплав никель-фосфор толщиной не менее 10 мкм с разным содержанием фосфора. Поляризационные кривые анодного растворения сплава Ni-P снимали в 1 н растворе HCl, 2 н растворе NaOH, 5 %-м растворе NaCl. Все измерения проводили при комнатной температуре и естественной аэрации без перемешивания раствора.

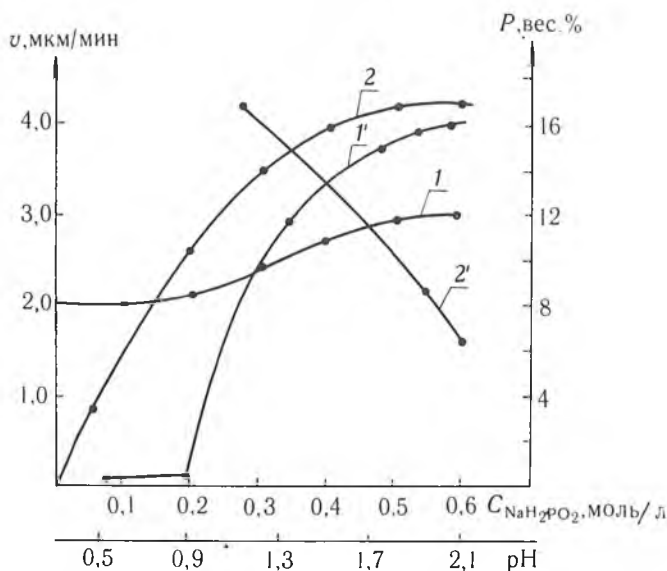


Рис. 1. Зависимость скорости осаждения (1 и 1') и содержания фосфора в сплаве (2 и 2') от концентрации гипофосфита (1, 2) и pH электролита (1', 2')

Варьируя состав электролита (pH, концентрация гипофосфита), а также режимы электрохимического осаждения сплава (плотность тока, температура, время), можно получить Ni-P пленки с содержанием неметаллического компонента от 0,8 до 19 вес. %; матовые, полублестящие и блестящие. В наибольшей степени на содержание фосфора в сплаве влияет pH электролита и концентрация гипофосфита (рис. 1). С ростом последней от 0,05 до 0,2 моль/л ($\text{pH} = 1,4$) содержание фосфора первоначально линейно растет от 3 до 10 вес. %, а затем скорость его роста замедляется и при концентрации NaH_2PO_2 0,4 моль/л достигает значения -17 вес. %. Что касается скорости осаждения сплава, то с ростом концентрации гипофосфита до 0,2 моль/л она практически не изменяется и составляет -2 мкм/мин, а затем плавно возрастает и при концентрации NaH_2PO_2 0,5–0,6 моль/л достигает значения -3 мкм/мин. Очень важную роль в процессе электрохимического осаждения сплава играет pH электролита. При $\text{pH} = 0,5 - 0,9$ на катоде преимущественно разряжаются ионы H^+ , скорость осаждения никеля мала, фосфор в покрытии не фиксируется, выход по току не превышает 5–10 %. С ростом pH от 0,9 до 2,1 наблюдается резкое увеличение скорости осаждения сплава от 0,1 до 4,0 мкм/мин и существенное уменьшение содержания фосфора в сплаве от 17 до 6 вес. % (см. рис. 1).

Наибольшее количество фосфора (-19 вес. %) соосаждается с никелем при плотности тока 5 А/дм² ($\text{pH} = 1,4$). По мере роста последней от 5 до 20 А/дм² наблюдается небольшое уменьшение количества фосфора в сплаве до 16–17 вес. %, резкое увеличение скорости осаждения от 1 до 3 мкм/мин и увеличение выхода по току осадка от 20 до 50–55 %. Дальнейшее увеличение плотности тока до 50 А/дм² приводит к усилению процесса выделения водорода на катоде, снижению скорости осаждения и уменьшению выхода по току до 40–45 %. С ростом температуры от 40 до 90 °С ($i = 20$ А/дм², $\text{pH} = 1,4$) скорость линейно возрастает от 1,5 до 3,0 мкм/мин, а содержание фосфора – от 12 до 16 вес. %.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлены факторы, оказывающие влияние на скорость осаждения и состав пленок никель-фосфор, варьирование которых позволяет целенаправленно проводить осаждение покрытий Ni-P с регулируемым количеством неметаллического компонента. Оптимальными режимами осаждения пленок никель-фосфор является катодная плотность тока 20 А/дм², температура 70–80 °С, скорость осаждения при этом составляет 3 мкм/мин.

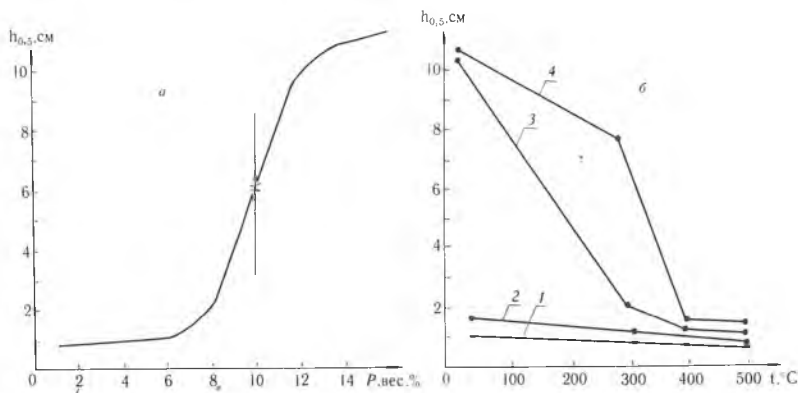


Рис. 2. Зависимость полуширины рефлекса Ni(III) от содержания фосфора в сплаве (а) и температуры прогрева пленок Ni-P, содержащих фосфор, вес. % (б): 1—5,4; 2—7,0; 3—13,2; 4—16,6

Методом рентгенофазового анализа установлено, что в зависимости от содержания неметаллического компонента в сплаве можно получить как кристаллические, так и аморфные никель-фосфор пленки. Из рис. 2, а, на котором представлена зависимость полуширины рефлекса Ni(III) от содержания фосфора в сплаве, следует, что при концентрации фосфора более 10 вес. % пленки рентгеноаморфны, а при менее 10 вес. % — представляют собой поликристаллический твердый раствор фосфора в никеле. Следует отметить, что чем меньше фосфора в пленке, тем больше выражена степень ее кристалличности. Для свежесозаженных Ni-P пленок, включающих менее 10 вес. % фосфора, характерно присутствие на рентгенограмме пяти линий, соответствующих дифракционным отражениям никеля (111), (200), (220), (311), (222), и трех линий, соответствующих дифракционному отражению фазы Ni₃P, в отличие от химически осажденных пленок, в которых фазы фосфидов не было зафиксировано [1]. Вероятной причиной появления фазы Ni₃P при электрохимическом осаждении пленок может являться невысокая стабильность получаемого твердого раствора и его распад уже при температуре осаждения пленок (80 °С). Нагрев свежесозаженных пленок до 300 °С, согласно рентгенографическим данным, не изменяет существенно их фазовый состав, а приводит лишь к углублению процессов кристаллизации фаз никеля и Ni₃P, что проявляется, например, в уменьшении полуширины рефлекса Ni(III), рис. 2, б. Согласно данным дифференциального термического анализа (ДТА) в зависимости от содержания фосфора в сплаве экзотермический эффект зафиксирован в области температур 370–390 °С. Сопоставление результатов ДТА и рентгенографического исследования приводит к заключению, что наблюдаемый экзотермический эффект соответствует началу выделения фазы Ni₂P. Для пленок, включающих более 10 вес. % фосфора, характерно наличие на рентгенограмме двух широких гало в области углов 2θ = 6–14 и 16–22°, которые соответствуют дифракционному отражению фазы NiP₂. Нагрев рентгеноаморфных пленок до 300 °С приводит к выделению фаз кристаллического Ni₃P и NiP₂. Появление кристаллического никеля и Ni₂P достигается при прогреве до 400–500 °С, одновременно фиксируется частичное или полное исчезновение метастабильной фазы NiP₂.

Таким образом, в зависимости от содержания фосфора в сплаве Ni-P пленки имеют разный фазовый состав и в них по-разному протекают кристаллизационные и структурно-фазовые превращения в результате

термообработки. При малом содержании фосфора в сплаве в свежесоздаваемых пленках фиксируется Ni и Ni₃P; термообработка приводит к углублению процесса кристаллизации этих фаз и выделению Ni₂P. При большом содержании фосфора (>10 вес. %) лишь при температуре, превышающей 250 °С (данные ДТА), начинается выделение кристаллического NiP₂ и Ni₃P, а при температуре, превышающей 400 °С, выделяется никель и Ni₂P с частичным или полным разложением фазы NiP₂.

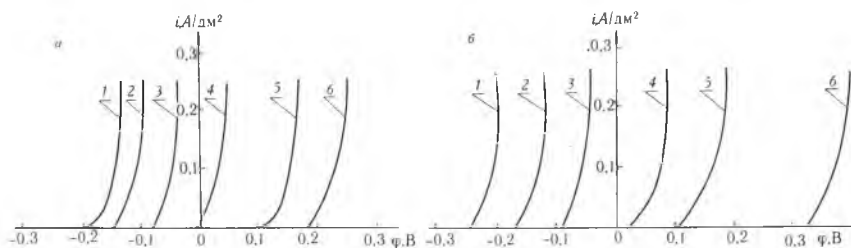


Рис. 3. Кривые анодной поляризации никеля (1) и сплава никель-фосфор (2—6) в 1 н растворе HCl (а) и 5%-м растворе NaCl (б) при содержании фосфора в сплаве, вес. % : 2—2,1; 3—5,4; 4—13,2; 5—15,2; 6—16,6

Потенциодинамические кривые анодного растворения пленок Ni-P, содержащих разное количество фосфора, в растворе 1н HCl и 5 % NaCl представлены на рис. 3, из которого следует, что коррозионная стабильность пленок возрастает с увеличением содержания фосфора в сплаве. Если для кристаллических структур (пленок Ni и Ni-P с содержанием фосфора, не превышающим 10 вес. %) характерно резкое, сразу после поляризации, увеличение скорости растворения пленки, то по мере увеличения концентрации фосфора в сплаве (особенно это характерно для аморфных структур) наблюдается смещение потенциала начала эффективного растворения в область электроположительных значений (см. рис. 3). Это свидетельствует о том, что рентгеноаморфные пленки являются более коррозионностойкими, по сравнению с кристаллическими, к растворам соляной кислоты и хлористого натрия. К щелочным средам (1н раствор NaOH) пленки Ni и Ni-P устойчивы в широком интервале потенциалов (-0,3 - +0,5 В). При термообработке (инертная атмосфера аргона) и с ростом температуры прогрева от 300 до 500 °С коррозионная стабильность кристаллических и аморфных Ni-P пленок уменьшается, причем в большей степени для аморфных структур, чем для кристаллических. Ухудшение коррозионной стабильности прогретых пленок по сравнению со свежесоздаваемыми, по-видимому, связано с кристаллизационными и структурно-фазовыми превращениями, протекающими при их термообработке. Выделение новых кристаллических фаз приводит к увеличению неоднородности микроструктуры Ni-P пленок. Углубление процессов кристаллизации ранее сформированных фаз способствует укрупнению зерна, развитию вторичной пористости. Все это в конечном итоге отрицательно сказывается на коррозионной стабильности пленок.

Список литературы

1. Химическое осаждение металлов из водных растворов / Под ред. В. В. Свиридова. Мн., 1989.
2. Nagayan R., Mungole M. N. // Surface Technology. 1985. V. 24. P. 233.
3. Kagetchika H., Kakihara K., Ueno Y. // Хемэн гидзюцу. 1989. V. 40. № 3. P. 127.



УДК 576.31

В. В. СЕНЧУК, А. Т. ПИКУЛЕВ, Л. А. ЛАСТОВСКАЯ

СОСТОЯНИЕ ЦИТОСКЕЛЕТА ГЕПАТОЦИТОВ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ И НИТРАТА НАТРИЯ

The study of actin polymerization state and SDS-electrophoretic pattern of cytoskeletal proteins from rat hepatocytes after gamma-radiation and sodium nitrate treatment showed the adaptive rearrangement of the cytoskeleton components induced by low doses of radiation and nitrate.

Изучение молекулярных механизмов повреждающего действия различных химических соединений и ионизирующего излучения на организм млекопитающих является актуальной задачей, поскольку позволяет выявить наиболее чувствительные к этим факторам элементы клетки и разработать пути направленной коррекции возникающих биохимических изменений. В решении этой проблемы важное значение имеет исследование первичных биохимических реакций клеток организма, подвергнутых воздействию различных физико-химических факторов внешней среды. В этом отношении значительный интерес представляет изучение структурно-функционального состояния компонентов цитоскелета, в значительной степени определяющего протекание различных клеточных процессов – деления, формообразования, рецепции, секреции и др. [1]. Установлено, что радикальное изменение агрегатного состояния и белкового состава цитоскелета является одной из наиболее ранних реакций клеток в ответ на экспозицию к разнообразным токсинам [2], канцерогенным ароматическим аминам [3], цитотоксическим лекарственным препаратам [4].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния нитрата натрия, гамма-облучения и их комбинированного воздействия на состояние глобулярного актина (Г-актина), фибриллярного актина (Ф-актина) и на белковый состав цитоскелета печени крыс в различные сроки после воздействия.

Материал и методика

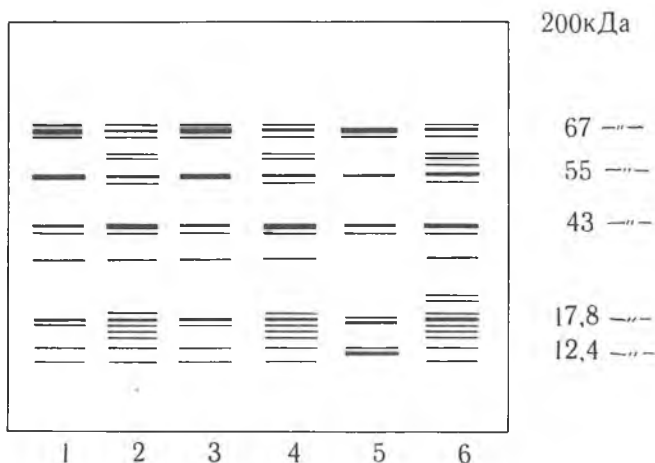
Эксперименты проведены на беспородных белых крысах массой 150–180 г, содержащихся на стандартном рационе вивария. Первую группу составили экспериментальные животные, подвергнутые однократному общему облучению гамма-лучами в дозе 0,5 Гр. Облучение проводили на установке ИГУР-1 (источник излучения Cs^{137} , мощность дозы 0,062 Гр/мин). Вторую группу животных подвергали общему однократному гамма-облучению в дозе 6,5 Гр. Третья группа животных получала ежедневно нитрат натрия в виде водного раствора в пороговой дозе 20 мг/кг в течение 35 дней. Суммарная доза составила 700 мг/кг. Четвертая группа животных получала однократно нитрат натрия в дозе 700 мг/кг. Животные пятой группы подвергались однократному облучению в дозе 0,5 Гр после хронического потребления нитрата натрия в дозе 700 мг/кг. Животных всех групп брали в опыт через 1, 3, 7 и 15 сут после воздействия. Выбор условий радиационного воздействия обусловлен тем, что использование ионизирующего облучения в большой дозе (6,5 Гр) и в относительно малой дозе (0,5 Гр) позволяет выявить

особенности специфических и неспецифических элементов, определяющих развитие молекулярно-биохимических механизмов биологического действия радиации.

Содержание Г-актина и Ф-актина измеряли в цитоплазматической фракции гепатоцитов по степени ингибирования активности панкреатической ДНКазы 1 [4, 5]. Функционально активные гепатоциты выделяли по методу Jacob T. S. и Bhargava P. M. [6]. Цитоскелет гепатоцитов получали лизисом клеток в растворе, содержащем 0,5 %-ный тритон X-100 [7]. Белковый состав цитоскелета гепатоцитов анализировали электрофорезом в полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН) [8]. Белки в ПААГ окрашивали красителем кумасси R-250 [9]. Концентрацию белка определяли колориметрическим методом [10]. Экспериментальные данные обрабатывали статистически.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные о содержании различных форм актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов при однократном введении нитрата натрия в дозе 700 мг/кг. Из них видно, что при такой постановке эксперимента нитрат натрия не вызывает достоверных изменений агрегатного состояния актина гепатоцитов в различные сроки после воздей-



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

1—контроль; 2—7-е сут после хронического введения нитрата; 3—7-е сут после однократного введения нитрата; 4—7-е сут после облучения в дозе 0,5 Гр; 5—7-е сут после облучения в дозе 6,5 Гр; 6—7-е сут после облучения в дозе 0,5 Гр на фоне хронического введения нитрата. Маркеры молекулярной массы: тяжелые цепи миозина (200 кДа); бычий сывороточный альбумин (67 кДа); тубулин мозга быка (55 кДа); скелетно-мышечный актин (43 кДа); миоглобин (17,8 кДа); цитохром С (12,4 кДа)

ствия. Электрофоретический анализ белковых компонентов цитоскелета гепатоцитов показывает (рисунок), что однократное воздействие нитрата натрия не изменяет качественный состав белков цитоскелета. По-видимому, этот факт может быть обусловлен высокой скоростью выведения нитрата из организма [11] и, следовательно, возможное изменение структуры цитоскелета гепатоцитов в первые часы после поступления нитрата натрия в кровоток быстро нормализуется по мере его выведения из организма. В связи с этим было предпринято исследование состояния актинового цитоскелета гепатоцитов после продолжительного потребления нитрата натрия.

В табл. 2 показаны результаты измерения содержания Г-актина, Ф-актина и суммарного актина (Г-актин + Ф-актин) в цитоплазматической фракции гепатоцитов при хроническом введении нитрата натрия в дозе 700 мг/кг. Эти результаты показывают, что введение нитрата натрия не вызывает изменения суммарного содержания актина цитоплазматической фракции гепатоцитов по сравнению с гепатоцитами контрольных животных. Вместе с тем при хроническом потреблении нитрата натрия наблюдается прогрессирующее во времени значительное умень-

шение содержания мономерной формы актина и увеличение количества полимерного актина, что свидетельствует об активации процесса полимеризации глобулярного актина гепатоцитов. Наряду с этим в составе цитоскелета гепатоцитов выявляется накопление полипептидов, ассоциированных с микротрубочками и микрофиламентами, и уменьшение относительного содержания тубулина, основного белкового компонента микротрубочек (см. рисунок). В клетках Г-актин и Ф-актин находятся в состоянии динамического равновесия, которое чрезвычайно чувстви-

Таблица 1

Содержание различных форм актина в цитоплазматической фракции печени крыс при однократном введении нитрата натрия в дозе 700 мг/кг ($\bar{X} \pm S\bar{X}$, $n = 5$)

Серии опытов	Содержание актина, мкг/мг белка		
	Г-актин + Ф-актин	Г-актин	Ф-актин
Контроль	66,5±0,8	34,1±0,8	32,4±0,6
1-е сут после воздействия	66,2±0,9	33,2±0,7	33,0±0,8
3-и сут —>—	64,8±1,2	32,1±1,1	32,7±1,0
7-е сут —>—	65,6±1,0	33,1±1,3	32,5±0,9
15-е сут —>—	64,9±0,9	32,8±1,0	32,1±1,2

Таблица 2

Содержание различных форм актина в цитоплазматической фракции печени крыс при хроническом введении нитрата натрия в дозе 700 мг/кг ($\bar{X} \pm S\bar{X}$, $n = 5$)

Серии опытов	Содержание актина, мкг/мг белка		
	Г-актин + Ф-актин	Г-актин	Ф-актин
Контроль	66,5±0,8	34,1±0,8	32,4±0,6
1-е сут после воздействия	65,1±0,5	31,3±0,4*	33,8±0,4
3-и сут —>—	66,3±0,9	25,1±0,3*	41,2±0,9*
7-е сут —>—	65,3±0,8	18,1±0,7*	47,2±0,7*
15-е сут —>—	65,5±0,6	11,0±0,4*	54,5±1,6*

*—Здесь и в табл. 3—5 достоверные изменения при $p < 0,05$.

тельно к воздействию разнообразных раздражителей [2, 3, 4, 12]. Реакции полимеризации-деполимеризации актина в гепатоцитах контролируются специфическими гельзолин-подобными белками, относящимися к группе так называемых «кепирующих» белков, которые обладают способностью к высокоаффинному специфическому Са-зависимому связыванию с растущим концом актиновых филаментов, блокируя присоединение к нему мономеров актина [13]. По-видимому, обнаруженные нами количественные и качественные реакции цитоскелета гепатоцитов в условиях хронического потребления нитрата натрия определяются изменением активности «кепирующих» белков вследствие существенного перераспре-

деления ионов кальция между компартментами клетки, что является характерным элементом реакции клеток при действии разнообразных токсических факторов [14]. Вместе с тем переход значительного количества мономерного актина цитоплазмы в фибриллярное состояние может выступать в качестве одного из элементов неспецифической защитной реакции клеток к повреждающему действию нитрата натрия, так как повышение вязкости цитоплазмы и увеличение содержания Ф-актина в клетках является одной из составных частей неспецифического адаптационного синдрома клеточной системы в ответ на различные физические и химические раздражители [12].

Таблица 3

Содержание различных форм актина в цитоплазматической фракции печени крыс при однократном облучении в дозе 0,5 Гр ($\bar{X} \pm S\bar{X}$, $n = 5$)

Серии опытов	Содержание актина, мкг/мг белка		
	Г-актин + Ф-актин	Г-актин	Ф-актин
Контроль	67,5±0,8	35,7±0,8	31,8±0,4
1-е сут после воздействия	66,0±0,9	32,9±0,9	33,1±0,6
3-и сут →—	66,6±0,5	31,1±0,5*	35,5±0,7*
7-е сут →—	66,1±0,7	28,0±0,6*	38,1±1,0*
15-е сут →→—	65,9±1,1	22,6±0,9*	43,3±0,6*

Таблица 4

Содержание различных форм актина в цитоплазматической фракции печени крыс при однократном облучении в дозе 6,5 Гр ($\bar{X} \pm S\bar{X}$, $n = 5$)

Серии опытов	Содержание актина, мкг/мг белка		
	Г-актин + Ф-актин	Г-актин	Ф-актин
Контроль	67,5±0,8	35,7±0,8	31,8±0,4
1-е сут после воздействия	66,2±1,1	42,8±0,9*	23,4±1,3*
3-и сут →—	63,8±1,2*	47,6±1,1*	16,2±0,9*
7-е сут →→—	64,1±0,9*	51,4±1,4*	12,7±1,1*

Сходные изменения в содержании различных форм актина и белкового состава цитоскелета гепатоцитов обнаружены и при однократном облучении в дозе 0,5 Гр (табл. 3, рисунок): при неизменном общем содержании актина выявляется прогрессирующая трансформация глобулярного актина в фибриллярный актин, сопровождающаяся уменьшением содержания тубулина и появлением группы ассоциированных с цитоскелетом полипептидов. Напротив, облучение животных в большой дозе приводит к выраженной деструкции цитоскелета гепатоцитов (табл. 4, рисунок). Наряду с достоверным уменьшением общего содержания актина в цитоскелетной фракции гепатоцитов на 3-е и 7-е сут после облучения обнаруживается значительное, нарастающее во времени после облучения, уменьшение содержания полимеризованного актина и накоп-

ление в гепатоцитах мономеров актина. При этом, согласно данным электрофоретического анализа, нарушается взаимодействие микрофиламентов и микротрубочек с актин- и тубулин-связывающими белками, в результате чего последние отделяются от цитоскелета гепатоцитов. Эти данные свидетельствуют о том, что в ответ на облучение в относительно малой дозе развивается адаптивная реакция, одним из важнейших элементов которой является увеличение содержания фибриллярной формы актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов. Гамма-облучение в дозе 6,5 Гр индуцирует разрушение цитоскелетных структур клеток печени, что, по-видимому, отражает развитие патологических процессов, возникающих в результате лучевого поражения.

В связи с тем, что в настоящее время особую актуальность приобрели исследования, направленные на выяснение характера молекулярно-биохимических изменений, возникающих при совместном действии ионизирующей радиации в относительно малой дозе и нитратов, обладающих выраженной токсичностью и способностью индуцировать генетические перестройки в клетках млекопитающих [15], нами было предпринято изучение агрегатного состояния актина в цитоплазме гепатоцитов при однократном облучении в дозе 0,5 Гр на фоне хронического введения нитрата натрия в дозе 700 мг/кг. Полученные результаты показывают (табл. 5), что и в этом случае сохраняется тенденция к возрастанию содержания Ф-актина и снижению содержания Г-актина при постоянном содержании общего пула актина. Накопление в гепатоцитах полимеризованного актина сопровождается ассоциацией с цитоскелетом группы полипептидов с молекулярными массами 17,4 кДа, 21,2–28,5 кДа, 53–67 кДа и уменьшением относительного содержания полимеризованной формы тубулина (см. рисунок). Однако изменение агрегатного состояния актина при совместном действии нитрата натрия и облучения характеризуется рядом особенностей по сравнению с эффектами каждого фактора в отдельности. Из данных табл. 5 видно, что в этом случае прогрессирующая после облучения на фоне введения нитрата натрия трансформация Г-актина в Ф-актин достигает максимума к 7-м сут после радиационного воздействия, а затем обнаруживается тенденция к восстановлению исходного структурного состояния актина. Сравнительный анализ динамики изменения агрегатного состояния актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов при совместном воздействии нитрата

Таблица 5

Содержание различных форм актина в цитоплазматической фракции печени крыс при однократном облучении в дозе 0,5 Гр после хронического введения нитрата натрия в суммарной дозе 700 мг/кг ($\bar{X} \pm S\bar{X}$, n = 5)

Серии опытов	Содержание актина, мкг/мг белка		
	Г-актин + Ф-актин	Г-актин	Ф-актин
Контроль	67,5±0,8	35,7±0,8	31,8±0,4
1-е сут после воздействия	66,8±0,6	28,7±0,8*	38,1±1,4*
3-и сут —>—	66,1±0,8	22,4±0,5*	43,7±0,9*
7-е сут —>—	65,6±0,7	18,5±0,6*	46,9±0,5*
15-е сут —>—	66,0±0,8	24,6±0,6*	41,4±1,1*

натрия и гамма-облучения (см. табл. 5), а также при действии каждого из указанных факторов в отдельности (см. табл. 2, 3) показывает, что перестройка citoархитектуры актина гепатоцитов достигает максимальных значений при хроническом введении нитрата натрия, а эффект совместного действия радиации и нитрата натрия весьма близок по

численным значениям содержания различных форм актина к эффекту, обнаруженному при хроническом введении нитрата, но превышает таковой в случае однократного облучения в дозе 0,5 Гр.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в результате общего однократного гамма-облучения в дозе 6,5 Гр в гепатоцитах экспериментальных животных запускаются деструктивные процессы, приводящие к разрушению компонентов цитоскелета. При хроническом введении нитрата натрия в дозе 700 мг/кг и облучении в дозе 0,5 Гр развивается однотипная адаптивная реакция гепатоцитов, выражающаяся в увеличении содержания полимерной формы актина в клетках печени и в накоплении в составе цитоскелета полипептидов, ассоциированных с микрофиламентами и микротрубочками. По-видимому, стимуляция реакции полимеризации актина в цитоплазматической фракции гепатоцитов при действии выше перечисленных факторов реализуется через изменение активности специфических актин-связывающих белков, регулирующих структурное состояние актиновых микрофиламентов. По нашему мнению, такая реакция цитоскелета гепатоцитов в ответ на хроническое действие нитрата натрия и гамма-облучения в относительно малой дозе имеет адаптивный характер. Защитный эффект полимерного актина может реализоваться за счет увеличения вязкости среды, фиксации и стабилизации мембранных структур клетки, а также иммобилизации в трехмерной сети актиновых микрофиламентов макромолекул клетки, наиболее чувствительных к повреждающему действию химических соединений и радиации. Вместе с тем облучение в относительно малой дозе на фоне введения нитрата натрия приводит к несколько иному изменению состояния актиновых микрофиламентов гепатоцитов, которое заключается в увеличении глубины адаптивной реакции актинового цитоскелета к облучению после хронического потребления нитрата натрия. Таким образом, в результате исследования цитоскелета гепатоцитов крыс при воздействии нитрата натрия и ионизирующего излучения выявлены некоторые особенности радиационно-биохимических изменений структурно-функционального состояния белковых компонентов цитоскелета.

Список литературы

1. Rollard T. D. // Journ. Cell Biol. 1981. P. 1565.
2. Соорег J. A. // Cell Biol. 1987. V. 105. N. 4. P. 1473.
3. Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н., Ластовская Л. А., Сенчук В. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. N 3. С. 38.
4. Сенчук В. В., Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н., // Докл. АН БССР. Т. 34. N 6. С. 564.
5. Blikstad I., Markey F., Carlsson L., Persson T., Lindberg U. // Cell. 1978. V. 15. N 5. P. 935.
6. Jacob T. S., Bhargava P. M. // Exp. Cell Res. 1962. V. 27. N3. P. 453.
7. Brown S., Levinson V., Spudich J. A. // Journ. Supramol. Struct. 1976. V. 5. N. 1. P. 119.
8. Laemmli U. K. // Nature. 1970. V. 227. N 5259. P. 680.
9. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование. М., 1981.
10. Petersson G. L. // Meth. Enzym. 1983. V. 91. P. 95.
11. Цыганенко О. И., Набока М. В., Лапченко В. С., Цыпко М. И., Емченко М. Л. // Гигиена и санитария. 1989. N. 4. С. 55.
12. Браун А. Д., Моженок Т. П. Неспецифический адаптационный синдром клеточной активности. Л., 1987.
13. Верховский А. Б. // Структура и функции белков сократительных систем. Л., 1987. С. 71.
14. Orrenius S., McConkey D., Bellomo G., Nicotera P. // Trends Pharmacol. 1989. V. 10. N. 7. P. 281.
15. Мосез И. Б., Плотникова С. И., Сушко С. Н. // Тез. докл. Всесоюз. симп. «Объем и методы генотоксической оценки и побочных эффектов биологически активных веществ». Л., 1989. С. 67.

НОВЫЕ ВИДЫ ПЕРОНОСПОРОВЫХ ГРИБОВ И ИХ ПИТАЮЩИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

While studying mycobyota 55 news species peronosporales mushrooms and 109 news species their nourising plants were discovered.

Пероноспоровые грибы (порядок Peronosporales) широко распространены на территории Беларуси. Они вызывают серьезные болезни дикорастущих и культурных растений, снижая тем самым их продуктивность и качество получаемой продукции. Это и обуславливает необходимость тщательного изучения видового состава указанной группы микромицетов.

В связи с этим нами в 1983–1992 гг. проведены комплексные исследования видового состава, распространенности, вредности и экологических особенностей пероноспоровых грибов в различных фитоценозах республики. Они позволили выявить 55 новых для Беларуси видов пероноспоровых грибов (обозначены звездочкой) и 109 новых видов питающих растений.

Приводим систематический список этих грибов с указанием питающего растения, местонахождения и времени сбора. Для ранее известных грибов [1–6] указаны только новые виды растений-хозяев.

Семейство Phytophthoraceae

Phytophthora infestans (Mont.) d. By. – на *Petunia hybrida* Wilm. г. Минск, 14.09.86; Минская обл. г. Солигорск, 27.07.87.

Семейство Albuginaceae

* *Albugo amaranthi* (Schwein). Kze. (*Cystopus bliti* (Biv. -Bern.) Lev.) – на *Amaranthus retroflexus* L. Могилевская обл., Осиповичский р-н, пос. Дараганово, 04.07.85; Гомельская обл., г. Жлобин, 16.08.87.

Albugo candida (Gmel. ex Pers.) Kze. var. *candida* Biga (*Cystopus candidus* (Pers.) Lev. – на *Erysimum cheiranthoides* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Озерцо, 27.06.84; Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. пос. Вересково, 10.07.86; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Гряды, 29.06.85; Витебская обл., окр. г. Орша, 30.07.85. На *E. diffusum* Ehrh. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Птушачи, 04.09.87. На *Lepidium densiflorum* Schrad. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. г. Жодино, 14.08.89; Вилейский р-н, окр. биостанции БГУ, 20.07.89; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Дараганово, 03.07.85. На *Rorippa sylvestris* (L.) Besser Минская обл., Минский р-н, окр. ж. -д. ст. Помыслище, 08.08.84. На *Sisymbrium altissimum* L. Минская обл., Вилейский р-н, на тер. биостанции БГУ, 12.07.92. На *S. loeselii* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Затень, 08.06.87; окр. пос. Боровляны, 06.08.89; Смолевичский р-н, окр. пос. Юрьево, 20.07.90.

На *Al. tragopogonis* S. F. Gray (*Cystopus tragopogonis* (Pers.) Schroet.) – на *Artemisia vulgaris* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 04.08.86; Смолевичский р-н, окр. пос. Слобода, 10.05.88. – На *Cirsium arvense* (L.) Scop. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Тарасово, 03.09.83. На *Helichrysum aenearium* (L.) Moench Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Щемьслица, 23.07.85; Смолевичский р-н, окр. пос. Орешники, 20.07.88; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Дараганово, 04.07.85. На *Scorzonera humilis* L. Минская обл., Дзержинский р-н, окр. пос. Энергетик, 25.07.85; Смолевичский р-н, окр. пос. Слобода, 20.05.88; окр. г. Солигорска, 23.07.87.

Семейство Peronosporaceae

* *Plasmopara anemones-nemorosae* Tr. et O. Săvul. – на *Anemone nemorosa* (L.) Holub Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, 20.05.83; Смолевичский р-н, окр. пос. Будагово, 29.05.88; Вилейский р-н,

окр. биостанции БГУ, 22.05.92; Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Бобовка, 04.05.83; Житковичский р-н, окр. пос. Хвоенск, 18.05.88.

* *Pl. anemones-ranunculoides* Tr. et O. Sävul. – на *Anemone ranunculoides* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Бобовка, 02.05.88; Житковичский р-н, окр. пос. Хвоенск, 18.05.88.

* *Pl. angelicae* (Casp.) Trott. – на *Angelica sylvestris* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Щемыслица, 20.07.84; Крупский р-н, окр. пос. Холопеничи, 10.07.85; Витебская обл., Лепельский р-н, окр. пос. Слобода, 02.08.85.

* *Pl. anthemidis* (Gäum.) Skal. (*Peronospora anthemidis* Gäum.) – на *Anthemis arvensis* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Крупица, 15.05.84; Брестская обл., Брестский р-н, окр. пос. Клейники, 26.07.86.

* *Pl. conioselini* – на *Conioselinum tataricum* Hoffm. Минская обл., Крупский р-н, окр. оз. Селява, 04.08.91.

* *Pl. densa* (Rabenh.) Schroet. (*Peronospora densa* Rabenh.) – на *Rhinanthus aestivalis* (Zing.) Schischk. et Serg. Минская обл., Мядельский р-н, окр. оз. Нарочь, 27.05.84.

* *Pl. hepaticae* (Casp.) Shaw. (*Pl. rugmaea* (Ung.) Schroet.) – на *Hepatica nobilis* Mill. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, 22.05.88; Смолевичский р-н, окр. пос. Полянка, 02.06.88.

* *Pl. pastinacae* Tr. et O. Sävul. – на *Pastinaca sativa* L. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемыслица», 10.07.86. На *P. sylvestris* Mill. Минская обл., Крупский р-н, окр. пос. Дубровка, 10.08.86; Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 20.07.90.

* *Pl. peucedani* Nannf. – на *Calestania palustris* (L.) K. Pol. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 29.06.84; Смолевичский р-н, окр. пос. Барсуки, 08.09.88; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Дарганово, 03.07.85; Гомельская обл., Светлогорский р-н, окр. пос. Боровики, 04.07.90.

* *Pl. pimpinellae* Tr. et O. Sävul. – на *Pimpinella saxifraga* L. Минская обл., Березинский р-н, окр. пос. Маческ, 22.05.89.

Pl. pusilla (d By.) Schroet. (*Pl. geranii-silvatici* Tr. et O. Sävul) – на *Geranium sylvaticum* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Прилуки, 28.05.83. На *G. palustre* (L.) K.-Pol. Гродненская обл., Мостовский р-н, окр. пос. Пески, 26.07.88.

* *Pl. solidaginis* Novot. – на *Solidago virgaurea* L. Минская обл., Слуцкий р-н, окр. пос. Козловичи, 29.07.84; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Ковгары, 03.07.85.

* *Pl. tanacetii* (Gäum.) Skal. (*Peronospora tanacetii* Gäum.) – на *Tanacetum vulgare* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, 22.05.88; Гомельская обл., Рогачевский р-н, окр. пос. Лучин, 15.08.87.

Bremia centaurea Syd. – на *Centaurea jacea* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Черная Вирня, 02.05.88; Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Городище, 17.07.92; Витебская обл., Оршанский р-н, окр. пос. Заболотье, 30.07.85.

Br. lactucae Regel. – на *Arctium lappa* L. г. Минск, 26.07.85. На *Carduus crispus* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Самохваловичи, 26.08.87. На *Cirsium arvense* (L.) Scop. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Слобода, 21.08.83. На *Gaillardia aristata* Pursh. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемыслица», 20.07.84. На *Hieracium umbellatum* L. Минская обл., Любанский р-н, окр. пос. Осовец, 29.09.83. На *Hypochaeris radicata* L. Минская обл., Дзержинский р-н, окр. пос. Энергетик, 02.06.88. На *Leontodon autumnalis* L. Брестская обл., Брестский р-н, окр. пос. Клейники, 26.07.86; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Лука, 04.07.85; Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Волчковичи, 21.07.84. На *Taraxacum officinale* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Щемыслица, 04.08.86.

* *Br. lapsanae* Syd. – на *Lapsana communis* L. Минская обл., Дзержинский р-н, окр. пос. Фаниполь, 19.06.85.

* *Br. owata* Saw. – на *Crepis biennis* L. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Птушачи, 04.09.87. На *C. tectorum* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Слобода, 21.06.83; Смолевичский р-н, окр. пос. Углы, 04.08.88.

Br. sonchi Saw. – на *Sonchus asper* All. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемяслица», 02.09.92.

* *Br. tulasnei* (Hoffm.) Syd. – на *Senecio jacobaea* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Озерище, 01.08.87; Вилейский р-н, окр. пос. Ковали, 27.06.87. На *S. sylvaticus* L. Минская обл., Воложинский р-н, окр. пос. Кутенята, 02.07.86. На *S. vernalis* Waldst. et. Kit. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Ковгары, 04.07.85. На *S. vulgaris* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Тарасово, 03.09.83.

Pegonopora aestyvalis Syd. – на *Medicago falcata* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Паперня, 12.07.87.

* *P. affinis* (Rossm.) Ronh. – на *Fumaria officinalis* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Тарасово, 25.07.83; Крупский р-н, окр. пос. Дубровка, 10.08.86.

* *P. agrimoniae* (Syd.) Gäum. – на *Agrimonia eupatoria* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Лошица, 17.07.85; Смолевичский р-н, окр. г. Жодино, 14.09.89; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Лука, 03.07.85.

* *P. alsinearum* Casp. (*P. media* Gäum.) – на *Stellaria media* (L.) Vill. Минская обл., Березинский р-н, окр. пос. Маческ, 22.05.89; Дзержинский р-н, окр. пос. Вязань, 19.06.85.

* *P. alta* Fckl. (*P. lanceolata* Garon.) – на *Plantago lanceolata* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Жажелка, 29.05.88.

* *P. aparines* (d. Vu.) Gäum. – на *Galium aparine* L. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемяслица», 23.07.85. На *G. spurium* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Затень, 12.07.87.

* *P. arabidis-hirsutae* Gäum. – на *Arabis arenosa* (L.) Scop. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Строчица, 27.06.84.

* *P. arabidopsidis* Gäum. – на *Arabidopsidis thaliana* Heunh. Гомельская обл., окр. г. Жлобина, 16.08.87; Минская обл., Вилейский р-н, окр. пос. Бояры, 22.05.92.

* *P. arenariae* (Berk.) Tul. – на *Moechringia trinervia* (L.) Clairv. Минская обл., Мядельский р-н, окр. оз. Нарочь, 27.05.84; Витебская обл., окр. г. Орша, 30.07.85.

* *P. arvensis* Gäum. – на *Veronica arvensis* L. Минская обл., Борисовский р-н, окр. пос. Пересады, 06.06.88; Брестская обл., окр. г. Барановичи, 28.05.89.

P. barbareae Gäum. – на *Barbarea vulgaris* R. Br. Минская обл., Минский р-н, окр. ж.-д. ст. Роцца, 25.05.85; Смолевичский р-н, окр. пос. Слобода, 10.05.88.

* *P. borealis* Gäum. – на *Galium boreale* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Барсуки, 10.05.88.

P. brassicae Gäum. – на *Brassica napus* L. var. *olifera* DC. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Осинówka, 15.07.87. На *Raphanus raphanistrum* L. и *R. sativus* L. var. *radicula* Rers. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемяслица», 23.07.85.

* *P. calotheca* d Vu. – на *Asperula odorata* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, Щемяслица, 22.05.88; 20.07.84.

* *P. campestris* Gäum. – на *Arenaria serpyllifolia* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Цна, 12.07.87.

P. chenopodii Schlecht. (*P. variabilis* Gäum.) – на *Chenopodium hybridum* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, пос. Черная Вирня, 07.08.87.

* *P. chrysosplenii* Fckl. – на *Chrysosplenium alternifolium* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Черная Вирня, 02.05.88; Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Михановичи, 28.05.88.

* *P. corydalis* d Vu. – на *Corydalis solida* (L.) Clairv. Минская обл., Минский р-н, пос. Лошица, 03.05.85; Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Бобовка, Долина, 02.05.88, 03.05.92.

P. destructor (Berk.) Casp. ex Berk. (*P. schleidenii* Ung.) – на *Allium fistulosum* L. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемяслица», 20.05.83.

* *P. digitalidis* Gäum. – на *Digitalis grandiflora* Mill. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Боровляны, 06.08.89.

* *P. erysimi* Gäum. – на *Erysimum cheiranthoides* L. Минская обл., Дзержинский р-н, окр. пос. Энергетик, 14.07.87.

* *P. flava* Gäum. – на *Linaria vulgaris* Mill. Минская обл., Воложинский р-н, окр. геост. «Западная Березина», 02.07.86; Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Лебедевка, 07.08.88.

* *P. fragariae* Roze et Cornu – на *Fragaria vesca* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, 01.06.85.

P. fulva Syd. – на *Lathyrus pisiformis* L. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Гряды, 04.07.85. На *L. sylvestris* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Будагово, 22.06.92.

* *P. galii-veri* Gäum. – на *Galium mollugo* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Полянка, 20.07.88. На *G. verum* L. Минская обл. Минский р-н, окр. пос. Крупица, 26.08.87; Столбцовский р-н, окр. пос. Слобода, 25.07.85.

* *P. gei* (Syd.) Gäum. – на *Geum urbanum* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Горани, 16.05.83.

P. lamii Braun. – на *Lamium album* L. г. Минск, 19.05.87; Минский р-н, пос. Городище, 25.06.89.

* *P. lathyri-palustris* Gäum. – на *Lathyrus palustris* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Слобода, 20.07.88.

* *P. lepidii* (McAlp.) G. W. Wils. (*P. lepidii-sativi* Gäum.) – на *Lapidium ruderale* L. Минская обл., Дзержинский р-н, окр. пос. Энергетик, 14.07.87.

* *P. lepigoni* Fckl. – на *Spergularia rubra* (L.) Presl. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Затень, 20.07.91.

* *P. lobulariae* Ubrizsy et Vörös. (*P. alyssi-maritimi* Koch.) – на *Alyssum maritimum* Lam. Минская обл., г. Солигорск, 27.07.87; Минский р-н, учхоз «Щемьслица», 18.07.86.

* *P. melampyri* (Bucholtz) Davis (*P. melampyri-cristati* Tr. Sävl. et Rayss) – на *Melampyrum pratense* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Жажелка, 22.06.92; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Птушачи, 03.07.85.

* *P. melandrii* Gäum. – на *Melandrium album* (Mill.) Garcke Гомельская обл., Рогачевский р-н, окр. пос. Лучин, 15.07.87; Минская обл., Любанский р-н, окр. пос. Осовец, 29.09.83.

* *P. myosotidis* d Bu. – на *Myosotis arvensis* (L.) Hill. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Лебедевка, 15.07.87; Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Озерцо, 27.06.84. На *M. micrantha* Pall. ex Lehn. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 29.06.84. На *M. palustris* (L.) L. Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемьслица», 30.08.83. На *M. sparsiflora* Pohl Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. пос. Хвоенск, 18.05.88.

* *P. obovata* Bonord. – на *Spergula arvensis* L. Минская обл., Борисовский р-н, окр. пос. Новосады, 06.06.88; Гомельская обл., Светлогорский р-н, окр. пос. Прудок, 04.07.90.

* *P. phyteumatis* Fckl. – на *Phyteuma spicatum* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Строчица, 14.06.83.

* *P. potentillae-anserinae* Gäum. – на *Potentilla anserina* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Дружба, 26.07.85; Смолевичский р-н, окр. пос. Заречье, 20.07.88.

* *P. potentillae-reptantis* Gäum. – на *Potentilla reptans* L. Минская обл., окр. г. Старые Дороги, 12.07.88.

* *P. radii* d Bu. – на *Tripleurospermum inodorum* (L.) Schultz-Bip. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 23.05.83; Вилейский р-н, окр. пос. Бояры, 27.06.87.

P. ranunculi Gäum. – на *Ranunculus auricomus* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 23.05.83. На *R. polyanthemus* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Строчица, 15.05.85. На *R. pseudobulbosus* Schur Гомельская обл., Житковичский р-н, окр. пос. Хвоенск, 18.05.88.

* *P. rumicis* Cda. – на *Rumex acetosa* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Сухарево, 15.05.85; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Ковгары, 03.07.85. На *R. acetosella* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Майское, 16.08.87; Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Малиновка, 23.05.83.

* *P. scleranthi* Rbnh. – на *Scleranthus annuus* L. Гомельская обл., Жлобинский р-н, окр. пос. Антоновка, 11.08.88.

* *P. sideritidis* Vyzov. – на *Elscholtzia ciliata* (Thunb.) Nyl. Гомельская обл., Жлобинский р-н, пос. Черная Вирня, 07.08.87.

* *P. silvestris* Gäum. – на *Veronica officinalis* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Петровщина, 20.07.84; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Радутичи, 05.07.85; Воложинский р-н, окр. геост. «Западная Березина», 02.07.86.

* *P. sisymbrii-sophiae* Gäum. – на *Descurainia sophia* (L.) Webb. Витебская обл., г. Орша, 30.07.85.

* *P. spp.* – на *Myosoton aquaticum* (L.) Moench Минская обл., Минский р-н, учхоз «Щемьслица», 20.07.85.

* *P. thlaspeos-arvensis* Gäum. – на *Thlaspi arvense* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Хатежино, 01.06.85.

P. trifolii-arvensis (Syd.) Gäum. – на *Trifolium spadicum* L. Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Птушачи, 03.07.85; Воложинский р-н, окр. геост. «Западная Березина», 02.07.86; Минская обл., Крупский р-н, окр. пос. Холопеничи, 10.07.85.

P. trifolii-pratensis A. Gust. – на *Trifolium medium* L. Минская обл., Вилейский р-н, окр. пос. Бояры, 27.06.87; Смолевичский р-н, окр. пос. Жажелка, 29.05.88.

* *P. verna* Gäum. – на *Veronica chamaedrys* L. Минская обл., Воложинский р-н, окр. пос. Кутенята, 02.07.86; Минский р-н, окр. пос. Волковичи, 19.06.85. На *V. serpyllifolia* L. Минская обл., Смолевичский р-н, окр. пос. Полянка, 02.06.88. На *V. verna* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Озеро, 14.06.83.

P. viciae (Berk.) Casp. – на *Vicia cassubica* L. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Боровляны, 06.08.89; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Дараганово, 04.07.85. На *V. tenuifolia* Roth Минская обл., Воложинский р-н, окр. геост. «Западная Березина», 02.07.86. На *V. tetrasperma* (L.) Schreb. Минская обл., Минский р-н, окр. пос. Затень, 12.07.87; Могилевская обл., Осиповичский р-н, окр. пос. Дараганово, 05.07.85.

Список литературы

1. Горленко С. В. О микрофлоре ботанического сада АН БССР. Ботаника: Исследования. Мн., 1966. Вып. 8. С. 85.
2. Дорожкин Н. А., Нитиевская В. И. Патогенные грибы на бобовых травах в Беларуси. Мн., 1990.
3. Тупеневич С. М. //Тр. Горы-Горетского науч. об-ва. Горы-Горки, 1930. Т. 37. С. 215.
4. Тупеневич С. М. //Сб. работ Белорус. АН, ин-т биол. наук. Мн., 1932. Ч. 2. С. 81.
5. Шуканов А. С., Борисенок В. Г. //Ботаника: Исследования. Мн., 1977. Вып. 19. С. 129.
6. Шуканов А. С. //Там же. 1988. Вып. 26. С. 160.

УДК 574.9 + 591.553

И. К. ЛОПАТИН

ИНТРАЗОНАЛЬНЫЕ БИОТОПЫ КАК ЦЕНТРЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В АРИДНЫХ ЗОНАХ ЕВРАЗИИ*

Intrazonal biotopes of aride zones of Eurasia are notable for high biodiversity. In this biotopes are present many of species, which are not present in the surrounding of zone. Besides that intrazonal biotopes serve as reservations for relic species of insects and need of protection.

Биологическое разнообразие является основным итогом эволюционного процесса и фундаментальным понятием биологии [1]. К его изучению привлечено внимание международных организаций [2]. Число публикаций, имеющих отношение к этой проблеме, растет с каждым годом. Причин повышенного интереса биологов к проблеме биологического разнообразия несколько. Этот феномен изучается флористами и фаунистами, экологами и биогеографами, генетиками и эволюционистами. Большинство исследователей единодушны в том, что биологическое разнообразие обеспечивает стабильность экосистем, а в целом и биосферы. Актуальность этого постулата очевидна. В то же время биологическое разнообразие является фактором эволюционного процесса.

Если согласиться с утверждением, что эволюция направлена на

* Работа выполнена при содействии фонда Дж. Сороса.

увеличение разнообразия, то изучать ее ход можно через изучение прошлых и современных биот. Отсюда повышенное внимание к таксономическому разнообразию животных и растений в различных ландшафтных зонах Земли.

Преобладающий в фаунистических исследованиях региональный подход часто не позволяет объяснить факт обилия видов, экологические потребности которых, казалось бы, не должны удовлетворяться в рамках той или иной ландшафтной зоны с ее параметрами абиотических факторов среды. Такое несоответствие особенно четко проявляется в аридных зонах, где наряду с типичными зональными элементами фауны в фаунистических списках фигурируют мезофильные или даже гигрофильные виды. Это порождает ряд вопросов, связанных с генезисом подобных фаун.

Проблему удовлетворения своих экологических потребностей, как известно, организмы решают путем выбора местообитаний как в пределах собственно ландшафтной зоны, так и в интразональных ее участках, причем нередко последние имеют более богатую фауну по сравнению с плакором.

Изучение конкретных фаун, как в зональных, так и, в особенности, в интразональных участках ландшафта представляет интерес во многих отношениях. Оно позволяет выяснить, какое значение имеет явление интразональности в распространении и формировании ареалов видов, в поддержании биологического разнообразия региона, в сохранении реликтовых форм, наконец, в устойчивости сообществ.

Наши исследования энтомофауны в интразональных биотопах начались в 50-е годы [3] и продолжаются до настоящего времени. В 70-е годы попытку обобщения имевшихся на то время сведений сделал Ю. И. Чернов [4]. Тем не менее следовало бы провести изучение региональных фаун в сравнительном плане и по одной программе, что дало бы законченную картину распространения животных в зональных и интразональных условиях.

Настоящее сообщение посвящено некоторым вопросам интразональности на примере энтомофаун отдельных районов Евразии, характеризующихся аридностью климата. Рассмотрены энтомофауны южноукраинских степей, степей и пустынь Казахстана, а также пустынь Турана. Количественные характеристики таксономического разнообразия в зональных и интразональных элементах ландшафта сделаны на основе собственных исследований, причем в качестве типичной группы взято хорошо изученное семейство жесткокрылых – листоеды. Для качественных характеристик использованы материалы многих исследователей, собранные в сводках [5, 6].

В ковыльно-типчаковых степях юга Украины (Южное Заднепровье) семейство листоедов представлено 223 видами. В зональной степи отмечено всего 45 видов, или 21,6 % фауны. При этом только 25 видов (12 %) относятся к стенотопным, т. е. истинно степным видам. В разнообразных интразональных участках – степных понижениях-подах, древесных насаждениях надлуговой террасы Днепра, солончаках побережья Азовского моря и т. д. отмечено 178 видов листоедов, или 85,5 % фауны.

В степной зоне Казахстана по нашим подсчетам зарегистрировано 448 видов и подвидов листоедов. В зональных степях обитает 120 видов, или 26,7 % фауны. В интразональных биотопах степной зоны Казахстана 328 видов, или 73,2 % видового состава.

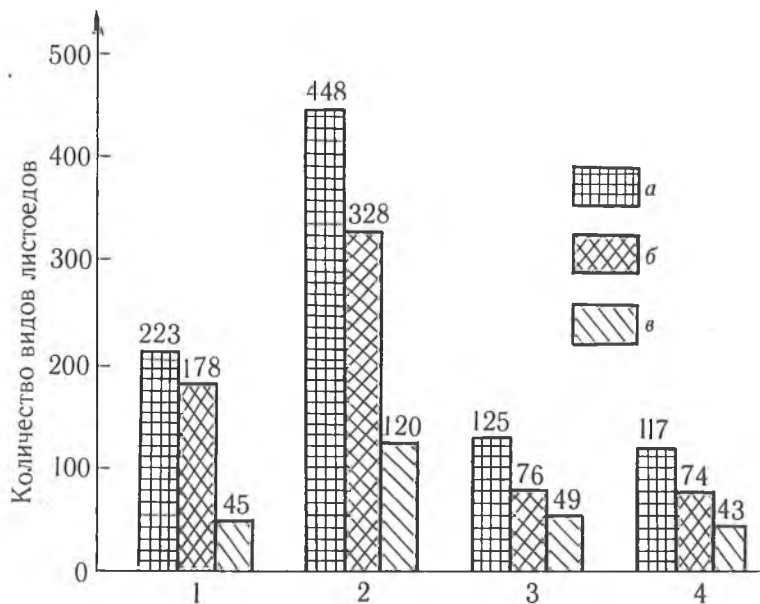
В пустынях Казахстана отмечено всего 117 видов листоедов, причем только 43 вида, или 36 % фауны, характерны для собственно пустыни, а 74 вида, или 63,2 %, обитают в интразональных биотопах.

В пустынях Турана обнаружено всего 125 видов листоедов, из которых 49, или 39,2 %, характерно для собственно пустыни, а 76 видов, или 60,8 % видового состава, обитают только в тугаях и оазисах, т. е. в интразональных биотопах. Соотношения показаны на рисунке.

Для подсчетов взята группа насекомых, являющихся в своем большинстве мезофилами. Даже в зональных условиях степей и пустынь ряд видов находит пути адаптации к недостатку влаги, в частности, сдвигая период активности на влажные сезоны и становясь в ряде случаев видами-эфемерами. Вероятно, другие группы насекомых будут отличать-

ся по степени приспособления к аридным условиям климата, но таких данных пока мало. В общем ясно, что мезофильные группы в условиях аридного климата лучше представлены в интразональных биотопах, чем в зональных.

Биологическое разнообразие может быть проиллюстрировано и в таксономическом выражении, как в соотношении числа видов одного рода, так и в количестве надвидовых таксонов – родов, триб, семейств – в зональных и интразональных биотопах. Поскольку таких материалов в литературе мало, приходится оперировать чисто качественными показателями. Приведем примеры.



Количество видов листоедов в аридных зонах Евразии:

1 – степи Юж. Украины; 2 – степи Казахстана; 3 – пустыни Турана; 4 – пустыни Казахстана; а – всего видов в зоне; б – в интразональных биотопах; в – в зональных биотопах.

Богатство фауны полужесткокрылых степной зоны А. Н. Кириченко [6] объяснял наличием интразональных растительных ассоциаций. Только в асканской степи он отмечал 324 вида этих насекомых, большая часть которых не встречается на плакоре. Семейства Aradidae и Disodiidae встречены только в островных лесах причерноморских степей и в долине Волги. Семейство Saldidae представлено только по берегам водоемов степной зоны. По данным М. П. Божко [6], все дендрофильные виды тлей, а их не мало, в степной зоне обитают только в байрачных лесах и древесных насаждениях в долинах рек. Пойма реки в степи, пишет она, наиболее насыщенный тлями биотоп.

По свидетельству Г. Я. Бей-Биенко [6], из 200 с лишним видом прямокрылых и жесткокрылых степной и лесостепной зон бывшего СССР на долю обитателей степных группировок растительности приходится не более 60, т. е. около 30 %. Остальные 140 видов не могут быть отнесены к числу степных видов.

Такие же подсчеты проводились рядом наших известных энтомологов и для зоны пустынь, хотя количественных показателей здесь меньше.

Многочисленные данные иллюстрируют роль интразональности в распространении и формировании ареалов растений и животных. Общеизвестно, что долины рек в аридных зонах, текущих в меридиональном направлении, являются экологическими желобами, по которым северные элементы фауны продвигаются далеко на юг и вторгаются в пределы областей с аридным климатом. Так, таежно-лесной вид полужесткокрылых *Monalocoris filicis*, живущий на папоротниках, проникает в плавни нижнего Днепра почти до Херсона. Компонент арктической фауны клоп *Chiloxanthus pilosus* обнаружен в степях Западной Сибири по берегам

соленых озер. В южных типчаково-ковыльных степях в окрестностях Одессы, но в интразональных условиях, найдены типично лесные *Cortosoma scutellatum*, *Palomena prasina*, *Pentatoma rufipes*, *Arma custos* и многие другие [6]. Кузнечиковые *Conocerphalus* и *Homocoryphus* населяют в степи только аazonальные осоково-злаковые сырые луга. Тараканы *Phyllodromica megerlei* и *Ph. maculata* – лесные виды – проникают в степи по долинам рек. Из двукрылых все семейство *Otitidae*, многие роды журчалок (*Zelima*, *Brachyopa*, *Volucella*, *Chrysotoxum*), галлицы из родов *Rhabdophaga*, *Macrodiplosis*, ктыри из родов *Laphria*, *Machimus*, *Polysarca* и множество других обитают в пойменных и байрачных лесах степной зоны и не встречаются на плакоре [6].

Только по пойменным и байрачным лесам идет расселение многих жесткокрылых: щелкунов рода *Ampedus* златок *Dicerca*, усачей *Xylotrechus*, *Agomia* и *Lamia*, долгоносиков *Curculio*, *Rhynchaenus*, карапузиков *Hololepta*, светляков *Lampyris*, чернотелок *Diaperus* и многих других [6].

По нашим данным, касающимся листоедов, по приречным пескам расселяется *Tituboea macropus*, по пойменным лесам виды рода *Zeugophora*, *Chrysomela*, *Crepidodera*, *Plagiodera*, только с болотами связаны виды рода *Phyllobrotica* и северные виды рода *Cryptocephalus*.

Особого внимания заслуживают интразональные биотопы в зоне пустынь, а среди них своеобразные пойменные леса-тугаи. Здесь мы встречаемся с одной из замечательных фаун этого региона с ее самобытностью, древностью и реликтовостью. К примеру, в тугаях нижней течения р. Вахш в Таджикистане жуки-листоеды представлены 64 видами, в то время как в окружающей пустыне – 31. Только в тугаях представлены виды подсемейств *Donaciinae*, *Criocerinae* и *Hispinae*, а в других подсемействах роды *Jaxartiolus*, *Stylosomus*, *Parnops*, *Atomyria*, *Chlorophanus*, *Chrysochares*, *Calomicrus*, *Monolepta*, *Epithrix*, *Eremocassis*, не говоря уже о тугайных видах более широко распространенных родов.

В заключение необходимо сказать об интразональных биотопах как местах сохранения реликтов. Лесные виды в степной зоне могут считаться ледниковыми реликтами, если не будет доказано их недавнее расселение из лесного пояса Палеарктики. В интразональных участках степей Украины есть реликты атлантического и ксеротермического времени, как, например, жужелица *Cicindela nordmanni*, листоеды *Chloropterus versicolor*, *Stylosomus cylindricus*, *Antipa macropus*, светляк *Lampyris noctiluca*, хрущ *Chioneosoma vulpinum* и другие жесткокрылые, муха *Satanas gigas*, ряд муравьиных львов. Несомненно, реликтами являются муравьи из родов *Ponera* и *Syphincta*, причем возраст этих реликтов третичный. В тугаях Средней Азии, несомненно, обитают реликтовые виды более древнего возраста, родственники которых живут в Индии или вообще в Южной Азии.

Подводя итоги, можно утверждать, что за счет интразональных группировок насекомых фауна аридных территорий Евразии значительно обогащается количественно и качественно. Эти группировки содержат в себе интереснейшие в экологическом и фауногенетическом отношении виды, а их изучение дает возможность судить об эволюции степной и пустынной биоты. Все это говорит в пользу охраны, а если нужно, то и заповедания участков, содержащих своеобразную фауну интразональных биотопов.

Список литературы

1. Чернов Ю. И. // Журн. общ. биологии. 1991. Т. 3. Вып. 4. С. 499.
2. Solbrig O. (ed.). From genes to ecosystem: A research agenda for Biodiversity. Camb., Mass., 1992.
3. Лопатин И. К. // Сб. биол. ф-та Одесск. гос. ун-та. 1953. Т. 6. С. 129.
4. Чернов Ю. М. Природная зональность и животный мир суши. М., 1975. С. 103.
5. Животный мир СССР. Т. 2. Зона пустынь / Под ред. Е. Н. Павловского, Б. С. Виноградова. М.; Л.; 1948. С. 162.
6. Там же. Т. 3. Зона степей. М.; Л.; 1950. С. 162.

ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА БЕЛКОВ В ХЛОРОПЛАСТАХ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛОВ В ПИГМЕНТ-БЕЛКОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

Changes in correlation of chlorophyll in pigment-proteins complex of photosynthetic membrane were analysed, when biosynthesis was blocked chloramphenicolom. It was shown, that pigment proteins complex, which had another correlation of main and auxiliary pigment, began formed, when proteins have been in deficit.

Одним из основных экспериментальных подходов к изучению взаимосвязи биосинтеза хлорофилла с белковым синтезом является применение специфических ингибиторов, которые воздействуют на образование ферментативных и структурных белков, необходимых для формирования пигментной системы. Как известно, одним из таких ингибиторов является хлорамфеникол, который подавляет биосинтез белков в хлоропластах в процессе их развития. Особенно четко это проявляется при формировании фотосинтетических мембран и ее пигмент-белковых комплексов, что в значительной степени зависит именно от баланса белков в хлоропластах. В условиях дефицита белков может формироваться фотосинтетический аппарат, имеющий на различных уровнях его организации определенные отклонения по сравнению с фотосинтетическим аппаратом, формирующимся в оптимальных условиях.

Ингибирующее действие хлорамфеникола может проявляться и на сформированных фотосинтетических мембранах и пигментной системе хлоропластов [1–2]. Однако распределение функционально отличающихся хлорофиллов в пигмент-белковых комплексах фотосинтетических мембран при дефиците белков в хлоропластах изучено недостаточно. В связи с этим проводилось исследование изменения содержания и соотношения хлорофиллов, входящих в пигмент-белковый комплекс реакционных центров и светособирающие комплексы, от структуры которых в значительной мере зависит активность фотосинтетического аппарата.

Материал и методика

Объектом исследования были растения ярового ячменя (сорт Зазерский 85). Растения выращивали в лабораторных условиях на свету до 4-дневного возраста, после чего часть растений помещали на дистиллированную воду (контроль), часть – на раствор хлорамфеникола (100 мг/л воды).

Анализ растений проводили через 24, 48 и 72 ч после введения в среду питания ингибитора белкового синтеза в хлоропластах хлорамфеникола. Исследовалось содержание белков в хлоропластах [3] и фотосинтетических пигментов в зеленых листьях растений [4] при формировании пигментной системы. Хлоропласты выделяли по методике, изложенной в работе [5].

Приведенные данные являются обобщающими трех серий опытов, подчеркиваемые различия статистически достоверны.

На основании данных по хлорофиллу *a* и хлорофиллу *b* проводился расчет содержания и соотношения хлорофиллов, входящих в пигмент-белковые комплексы фотосистем [6]. Кроме того, используя данные по толщине листа, определяли отношение поверхности мезофилла к поверхности листа [7], что дало возможность характеризовать степень развития ассимиляционных тканей, сформированных в различных условиях.

Результаты и их обсуждение

В формирующихся и сформированных хлоропластах синтезирующая белок система также в значительной степени блокируется хлорамфениколом, что отражают данные по содержанию белков в хлоропластах исследуемых растений (табл. 1). При воздействии хлорамфеникола содержание белков в хлоропластах снижается, что определяется в значительной степени и временем воздействия ингибитора. Степень инги-

бирования синтеза белков в хлоропластах составляет 22–45 %. Уменьшение количества белков в хлоропластах приводит к снижению общего баланса белков в листьях растений. Это вносит определенные коррективы в структуру и функцию фотосинтетического аппарата на уровне листа, что прежде всего характеризует изменение степени развития ассимиляционных тканей. Об этом свидетельствуют данные об уменьшении толщины листа и объема мезофилла в листе при воздействии хлорамфеникола в течение 24–72 ч (см. табл. 1).

Таблица 1

Содержание белков в хлоропластах и степень развития ассимиляционных тканей в зависимости от времени воздействия хлорамфеникола (ХАФ)

Вариант опыта	Время воздействия ХАФ, ч	Содержание белков		Толщина листа, мкм	Объем мезофилла в листе/площадь листа
		мг/г сырых хлоропластов	степень ингибирования, %		
Контроль	—	25,4	—	142	63,90
ХАФ	24	19,8	22,0	136	61,20
Контроль	—	43,2	—	148	66,60
ХАФ	48	28,9	33,1	126	56,70
Контроль	—	65,3	—	153	68,85
ХАФ	72	35,9	45,9	118	53,00

Работа ассимиляционных тканей в значительной мере определяется количеством полноценно развитых хлоропластов и насыщенностью их пигментами, биосинтез которых и их монтировка в фотосинтетических мембранах зависят от фонда белков. Данные показывают, что наблюдается определенная корреляция между ингибированием синтеза белков и накоплением хлорофилла. Применение хлорамфеникола значительно снижает содержание хлорофилла $a + b$. Степень ингибирования биосинтеза хлорофилла составляет 20–46 % для хлорофилла a и 12–38 % для хлорофилла b и определяется временем воздействия хлорамфеникола (табл. 2).

Таблица 2

Содержание хлорофиллов в листьях растений ячменя в зависимости от времени воздействия хлорамфеникола (ХАФ), мг/г сырой массы

Вариант опыта	Время воздействия ХАФ, ч	Хлорофилл a		Хлорофилл b		Хлорофилл $a + b$	
		мг/г	степень ингибирования, %	мг/г	степень ингибирования, %	мг/г	степень ингибирования, %
Контроль	—	0,525	—	0,191	—	0,716	—
ХАФ	24	0,420	20,0	0,168	12,0	0,588	17,8
Контроль	—	0,584	—	0,210	—	0,794	—
ХАФ	48	0,399	31,6	0,160	23,8	0,559	29,5
Контроль	—	0,613	—	0,241	—	0,854	—
ХАФ	72	0,327	46,6	0,148	38,5	0,475	44,3

Однако полученные данные по общему фонду хлорофиллов не дают возможности судить о влиянии некоторого дефицита белков на содержание хлорофиллов, относящихся к функционально различающимся пигмент-белковым комплексам фотосистем и в первую очередь к комплексам реакционных центров и светособирающих комплексов. Используя определенные подходы [6], рассчитывали количество хлорофилла,

входящего в реакционные центры фотосистемы I и II и их светособирающие комплексы (табл. 3). Данные показывают, что нарушение введением в среду питания ингибитора синтеза белков на 70 S рибосомах изменяет содержание и соотношение хлорофилла в этих комплексах. Содержание хлорофилла, входящего в комплексы реакционного центра и светособирающие комплексы растений, подверженных воздействию хлорамфеникола, уменьшается по сравнению с растениями без введения в среду питания ингибитора. Величины этих изменений зависят от того, в какие комплексы входит хлорофилл *a* и хлорофилл *b*. Содержание хлорофилла *a*, входящего в светособирающий комплекс фотосистем, изменяется в зависимости от длительности воздействия ингибитора на 12–38 %, а содержание хлорофилла *a*, принадлежащего пигмент-белковым комплексам реакционных центров, на 26–53 %, что свидетельствует о более выраженном нарушении при дефиците белков пигмент-белковых комплексов, принадлежащих системе реакционных центров по сравнению с системами, обеспечивающими сбор световой энергии. Изменяется при недостатке белков в хлоропластах и содержание хлорофилла в светособирающих комплексах. Особенно четко это проявляется при более длительном воздействии ингибитора (см. табл. 3).

Таблица 3

Содержание и соотношение хлорофиллов в реакционных центрах (РЦ) и светособирающих комплексах (ССК) фотосистем при действии хлорамфеникола (ХАФ)

Вариант опыта	Время воздействия ХАФ, ч	Содержание хлорофиллов				Хлорофилл <i>a</i> РЦ/хлорофилл <i>a</i> ССК	Хлорофилл РЦ/хлорофилл ССК	Хлорофилл ССК/хлорофилл РЦ
		хлорофилл <i>a</i> ССК	хлорофилл <i>a</i> РЦ	хлорофилл <i>b</i> ССК	хлорофилл <i>a</i> + <i>b</i> ССК			
Контроль	—	0,229	0,296	0,191	0,420	1,292	0,704	1,418
ХАФ	24	0,201	0,219	0,168	0,369	1,089	0,593	1,684
Контроль	-	0,252	0,332	0,210	0,462	1,317	0,718	1,391
ХАФ	48	0,192	0,207	0,160	0,352	1,078	0,588	1,700
Контроль	—	0,289	0,324	0,241	0,530	1,121	0,611	1,635
ХАФ	72	0,177	0,150	0,148	0,325	0,847	0,461	2,166

Степень перераспределения хлорофиллов, входящих в реакционные центры и светособирающие комплексы, подчеркивают их отношения в этих комплексах. Отношение хлорофилла *a* реакционных центров к хлорофиллу *a* светособирающих комплексов при действии хлорамфеникола уменьшается, что обусловлено именно более выраженным ингибированием биосинтеза хлорофилла, входящего в систему реакционных центров, чем хлорофилла *a*, относящегося к светособирающим комплексам. Такая закономерность подтверждается отношением хлорофилл реакционных центров/хлорофилл светособирающих комплексов. Отношение хлорофилл светособирающих комплексов/хлорофилл реакционных центров при действии хлорамфеникола увеличивается по сравнению с контролем за счет большей степени ингибирования хлорофилла *a*, выполняющего функцию фотоактивного хлорофилла в комплексах фотосинтетических мембран (см. табл. 3).

Таким образом, экспериментально обоснована взаимосвязь между балансом белков в хлоропластах растений ячменя и соотношением хлорофиллов, относящихся к основным и вспомогательным пигментам.

Список литературы

1. Кахнович Л. В., Стружко В. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 2. С. 40.
2. Кахнович Л. В., Стружко В. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1992. № 3. С. 36.

3. Lowry O. M., Rosenbrough W. I., Farr A. D., Radall R. V. // Journ. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265.
4. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и световой режим. Мн., 1980.
5. Осипова О. П. // Материалы Всесоюз. совещ. Пуцшино, 1973. С. 59.
6. Рубин А. Б., Венедиктов П. С., Кренделева Т. Е., Пашенко В. З. // Фотосинтез и продукционный процесс. М., 1988. С. 29.
7. Nobel P. S., Hartssock T. L. // Physiol. plant. 1981. V. 51. № 2. P. 163.

УДК 661.728:615.9-99

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

ПОЛИКАПРАН. 3. ГЕМОСТАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КОАГУЛОПАТИЯХ

The haemostatic activity of the polycapran at the experimental (phenilin, heparin, radiation) coagulopathies on the rabbits and white rats was studied. The large efficacy of the polycapran was established.

Полимер – лекарственный комплекс полиангидрогликуроновой (ПАГК) и Σ -аминокапроновой (Σ -АКК) кислот осуществляет эффективный местный гемостаз травматических кровотечений различной локализации и силы (вплоть до фонтанирующих из мелких артериол). Однако особенности кровоостанавливающей активности препарата, получившего название поликапран [1], при нарушениях в свертывающей системе не изучены. В то же время проблема остановки кровотечений у больных, страдающих коагулопатиями различного генеза, является чрезвычайно актуальной [2, 3]. Настоящее сообщение посвящено исследованию гемостатической активности поликапрана при моделировании у лабораторных животных кровотечений на фоне медикаментозно и радиационно обусловленных изменений в свертывающей системе крови.

Материал и методика

Эксперименты выполнены на 226 белых крысах массой 200–240 г и 18 кроликах массой 3–4 кг. Моделирование геморрагических коагулопатий и оценку эффективности гемостатиков проводили в трех сериях экспериментов. Первая серия (кролики) – экспериментальное нарушение гемокоагуляции вызывали внутрижелудочным введением антикоагулянта непрямого действия фенилина (3 мг/кг, трехкратно в течение 3 сут). После этого на модели кровотечения из резаной раны печени [4] сравнивали гемостатическую активность марли кровоостанавливающей и поликапрана. На отдельной группе кроликов (контроль) гемостаз осуществляли традиционными методами (шов Кузнецова-Пенского, тампонада кетгутотом и /или сальником). Вторая серия (крысы) – с помощью антикоагулянта прямого действия гепарина [5] путем пятикратных внутрибрюшинных инъекций в течение 5 сут по 500 ЕД добивались резкой коагулопатии. Третья серия (крысы) – с помощью общего однократного рентгеновского облучения в дозе 6,2 Гр [6] вызывали выраженные сдвиги в функциональном состоянии свертывающей системы крови на 3–4-е сут после воздействия. У животных второй и третьей серии моделировали: а) наружное поверхностное (капиллярное) кровотечение из линейной раны кожи спины; б) наружное глубокое кровотечение из травматически поврежденных частичной ампутацией хвоста артериол и венул; в) паренхиматозное кровотечение из дозированной раны печени. Скорость остановки кровотечения салфетками из марли медицинской (ГОСТ 9412-77), марли кровоостанавливающей (ФС 42-1116-88) и поликапрана фиксировали по секундомеру. Кроме этого, на модели печеночного кровотечения у крыс изучали кровоостанавливающую активность растворов поликапрана и его ингредиентов по методу [7]. Контроль за функциональным состоянием свертывающей системы крови проводили общепринятыми методами [8]. Оперативные вмешательства на животных осуществляли под гексеналовым наркозом (внутрибрюшинно, 60–80 мг/кг). Экспериментальные данные обработаны статистически [9].

Результаты и их обсуждение

Фенилин нарушает конечный этап синтеза факторов VII, X, II и IX свертывающей системы крови. Вследствие этого концентрация последних в плазме снижается, а незавершенные факторы типа PIVKA лишены возможности взаимодействовать с ионами кальция и осуществлять тромбогенез [10]. Поэтому в результате трехкратного введения фенилина у кроликов возникает геморрагический синдром, на фоне которого кровотечение из резаной раны печени традиционными методами хирургического гемостаза не купируется. Все взятые в эксперимент животные погибли в течение 1–2 сут при явлениях массивного печеночного кровотечения. В то же время поликапран осуществляет гемостаз в течение 2,5–3,0 мин, а марля кровоостанавливающая – 3,5–4,0 мин. На геморрагической поверхности образуется темно-коричневая пленка из разволокненной ткани гемостатиков. Однако 66,7 % кроликов, остановка кровотечения у которых осуществлялась с помощью марли кровоостанавливающей, погибли на 2–3-е сут после операции. Причиной летальных исходов послужило массивное повторное внутреннее кровотечение. Все гемостазированные поликапраном кролики выжили и в период 14-суточного наблюдения признаков повторного внутреннего кровотечения у них не обнаружено.

Таблица 1

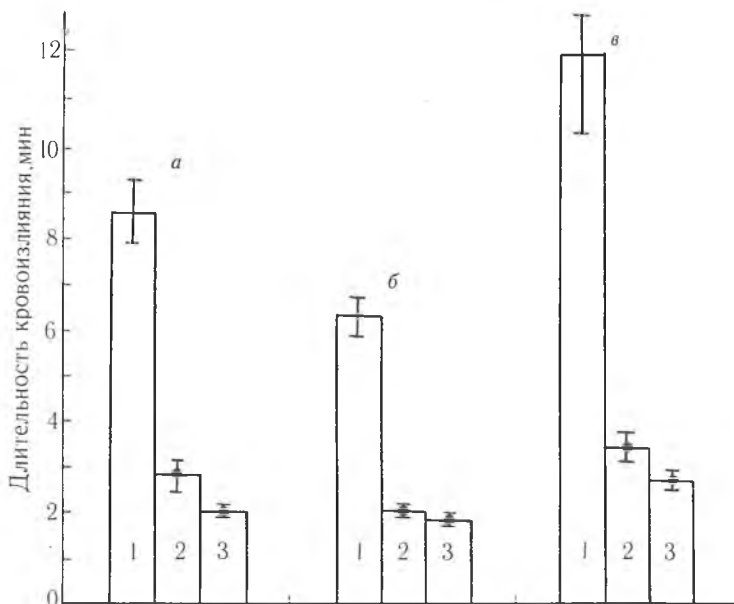
Некоторые гематологические показатели белых крыс с нарушениями в свертывающей системе крови, вызванными длительной гепаринизацией и тотальным рентгеновским облучением (M±m)

Гематологические показатели	Значения показателей при:			
	6-кратной гепаринизации (внутрибрюшинно, суммарная доза 2500 ЕД)		однократное общее облучение в дозы 6,2 Гр (3–4-е сут после воздействия)	
	контроль	опыт	контроль	опыт
Продолжительность кровотечения из стандартной раны печени, с	263,7±17,4	464,5±66,6*	263,7±17,4	501,5±41,9*
Активность протромбина, %	103,8±6,02	35,7±5,07*	112,7±3,85	74,5±1,29*
Количество тромбоцитов, 10 ⁹ /л	156,0±2,54	83,3±5,52*	355,8±11,0	169,6±3,79*
Окончание свертываемости крови, с	101,5±5,6	707,2±112,8*	74,5±3,34	165,3±33,6*
Количество эритроцитов, 10 ¹² /л	6,63±0,01	5,74±0,17*	5,43±0,05	5,09±0,03
Содержание гемоглобина, г/л	147,8±3,14	102,5±4,53*	134,0±1,15	129,3±1,22
Цветной показатель, усл. ед.	0,67±0,03	0,53±0,008*	0,73±0,09	0,76±0,006
Количество лейкоцитов, 10 ⁹ /л	13,45±1,01	24,88±0,80*	11,90±0,37	3,03±0,14*

Примечания: *—здесь и в табл. 3—статистически достоверное изменение показателя по сравнению с параллельным контролем.

Генерализованное геморрагическое действие гепарина связывают с блокадой на разных уровнях коагуляционного каскада [11], при этом прямой антикоагуляционный эффект препарата сочетается с цитотоксическим действием фиксированного на сосудистом эндотелии комплекса антитромбин III–гепарин, приводящего к повышению проницаемости стенок кровеносных сосудов [12]. Длительное интраперитонеальное введение гепарина вызывает резко выраженный гипокоагуляционный

эффект, сравнимый с многократным внутримышечным введением крысам массивных доз этого антикоагулянта [13]: тромбоцитопения, снижение активности протромбина, резкое увеличение продолжительности кровотечения и времени свертываемости крови. Кроме этого, наблюдаются значительный лейкоцитоз и признаки гипохромной анемии со снижением количества эритроцитов и гемоглобина в периферической крови (табл. 1). В этих условиях обработка ран различной локализации поликапраном позволяет эффективно осуществлять гемостаз и препятствовать развитию повторных кровоизлияний (рисунок). Активность



Длительность кровоизлияния у гепаринизированных белых крыс при гемостазе салфетками из марли медицинской (1), марли кровоостанавливающей (2) и поликапрана (3) модельных parenchymatous (а), капиллярного (б) и глубокого поверхностного (в) травматических кровотечений:

— статистически достоверные отличия от показателей первой группы

поликапрана значительно превосходит действие марли медицинской (в 3,5–4,4 раза, $p < 0,001$) и препарата сравнения – марли кровоостанавливающей (в 1,3–1,4 раза, $p < 0,05$). С целью уточнения влияния ПАГК и Σ -АКК на скорость остановки кровотечения из стандартизированной раны печени [7] изучены гемостатические свойства коллоидных растворов поликапрана и ПАГК, а также Σ -АКК. Установлено, что в принятых условиях эксперимента 5 %-й коллоидный раствор ПАГК обладает выраженной местной прокоагулянтной активностью; 1,4 %-й раствор Σ -АКК не проявляет гемостатических свойств при кровотечениях из печени гепаринизированных крыс и только десятикратное увеличение концентрации антифибринолитного препарата приводит к достижению статистически значимых эффектов (табл. 2). В то же время коллоидный раствор поликапрана, содержащий 3,6 % ПАГК и 1,4 % Σ -АКК, осуществляет полный гемостаз в течение $127,4 \pm 6,3$ с, что превосходит действие всех изученных ингредиентов.

Резкая лейкопения и тромбоцитопения, выраженные изменения в свертывающей активности крови, возникающие на 3–4-е сут после тотального облучения крыс рентгеновскими лучами в дозе 6,2 Гр (см. табл. 1), являются типичными признаками реакции крови в скрытый период острой лучевой болезни [6, 14]. Без проведения в это время эффективных гемостатических мероприятий кровотечения из ран явля-

ются смертельными. Применение тампонов из медицинской марли позволяет добиться первичной остановки кровотечений только у отдельных крыс за 7,9+11,4 мин, однако в результате повторных кровоизлияний за 1–2 ч наступает гибель всех животных. В то же время марля

Таблица 2

Эффективность купирования паренхиматозного кровотечения у гепаринизированных крыс растворами ингредиентов поликапрана (M±m)

Группы животных	Исследуемые растворы	Продолжительность кровотечения, с	Градиент достоверности, p
1.	0,85 %-й раствор NaCl (контроль)	464,5±66,6	
2.	5,0 %-й коллоидный раствор Na-ПАГК (ОЕ _{COOH} = 1,4 мг-экв/г)	147,5±19,4	p ₁ < 0,001
3.	1,4 %-й раствор Σ-аминокапроновой кислоты	396,2±36,7	p ₁ > 0,05 p ₂ < 0,001
4.	14,0 %-й раствор Σ-аминокапроновой кислоты	174,0±20,2	p ₁ < 0,001 p ₂ > 0,05 p ₃ < 0,01
5.	5 %-й коллоидный раствор натриевой соли поликапрана, содержащий 1,4 % Σ-аминокапроновой кислоты и 3,6 % ПАГК с ОЕ _{COOH} = 1,4 мг-экв/г	127,4±6,3	p ₁ < 0,001 p ₂ > 0,05 p ₃ < 0,01 p ₄ < 0,05

кровоостанавливающая и поликапран достаточно эффективно купируют кровотечения из ран у облученных крыс (табл. 3). При этом гемостатическая активность поликапрана статистически достоверно превышает действие препарата сравнения на моделях паренхиматозного и глубокого наружного кровотечения с повреждением венул и артериол. Следует

Таблица 3

Эффективность гемостатических препаратов при травматических кровотечениях у радиационно облученных крыс (M±m)

Изучаемые препараты	Время гемостаза (мин) при:		
	паренхиматозном кровотечении	поверхностном наружном кровотечении	глубоком наружном кровотечении
Марля медицинская по ГОСТ 9412-77	10,33±0,57	7,92±1,17	11,35±0,43
Марля кровоостанавливающая по ФС—42-1116-88	4,58±0,88*	4,08±0,40*	7,17±0,62*
Поликапран по ВФС-42-2033-90	1,75±0,21*	1,92±0,33*	2,92±0,38*

отметить, что коллоидные растворы ПАГК и поликапрана также обладают резкой местной прокоагулянтной активностью при печеночном кровотечении у крыс с радиационно индуцированными нарушениями в свертывающей системе крови. Так, продолжительность кровотечения из стандартизированной раны печени, обработанной 0,85 %-ным раствором NaCl (контроль), составляет 501,5±41,9 с, обработанной 5 %-ным раствором ПАГК (ОЕ_{COOH} 1,4 мг-экв/г) – 257,5±33,6 с (p<0,001), а 5 %-ным раствором поликапрана – 175,6±15,1 с, что статистически достоверно в 2,86

раза меньше показателей контроля ($p < 0,001$) и в 1,47 раза – ПАГК ($p < 0,05$). Эффективные местные гемостатические свойства полимер-лекарственного комплекса ПАГК и Σ -АКК в условиях острой лучевой болезни являются весьма ценными для медицинской практики, ибо изолированное применение Σ -АКК при радиационно отягощенных травмах и ранах даже в массивных дозах и в виде внутривенных трансфузий не позволяет добиться эффективного гемостаза [15].

Следовательно, полимер-лекарственный комплекс полиангидроглюкуроновой и Σ -аминокапроновой кислот, известный под названием поликапран, обладает выраженными прокоагулянтными свойствами при паренхиматозном, капиллярном и глубоком наружном кровотечениях у экспериментальных животных с медикаментозно (антикоагулянты непрямого – фенилин и прямого действия – гепарин) и радиационно (общее рентгеновское облучение в дозе 6,2 Гр) обусловленными коагулопатиями.

Список литературы

1. Поликапран / ВФС 42-2033-90. М., 1990.
2. С к и п е т р о в В. П. Тканевая система свертывания крови и тромбогеморрагический синдром в хирургии. Саранск, 1978.
3. Современная гематология и онкология / Под ред. Дж. Лобун и др.: Пер. с англ. М., 1983.
4. Л о п у х и н Ю. М. Экспериментальная хирургия. М., 1971.
5. Г р и ц ю к А. И. Клиническое применение гепарина. Киев, 1981.
6. Ж е р б и н Е. А., Ч у х л о в и ч А. Б. Радиационная гематология. М., 1989.
7. Г а ц у р а В. В. Методы первичного фармакологического исследования биологически активных веществ. М., 1974.
8. Б а н у д а В. П., Б а р к а г а н З. С., Г о л ь д б е р г Е. Д. и др. Лабораторные методы исследования системы гемостаза. Томск, 1980.
9. Б е л е н ь к и й М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Рига, 1959.
10. З у б а и р о в Д. М. Биохимия свертывания крови. М., 1978.
11. Б а р к а г а н З. С. Геморрагические заболевания и синдромы. М., 1988. 2-е изд.
12. Система регуляции агрегатного состояния крови в норме и патологии / Под ред. О. К. Гаврилова, В. А. Люсова. М., 1982.
13. К у д р я ш о в Б. А., П а с т о р о в а В. Е., Л я п и н а Л. А. // Вопр. мед. химии. 1985. Т. 31. Вып. 3. С. 37.
14. К а з а к о в М. Г., К а з а к о в Ю. М. // Здравоохранение (Кишинев). 1973. № 5. С. 11.
15. К о р о б к и н а А. Г., К а ц ю б и н с к и й И. Н., З и м и н а Э. П. // Военно-медицинский журнал. 1971. № 2. С. 42.



УДК 912(084.325):528.9

В. А. ЕРМОЛЕНКО

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

A geometrical method of ecological cartography-making is suggested, which has been anticipated by the founder of bowels geometry prof. P. K. Sobolevsky (1869—1949) from the Yekaterinburg Mining Institute.

The method's based upon an is a linear designind of real, conventional and derivative «surfaces» of social and ekonomik and ecological parameters, using computer technology.

Сейчас, когда воспроизведение поверхности планеты на карте практически завершено, перед человечеством возникла другая, не менее трудная задача картографического отображения качества среды обитания. Из учения В. И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу следует – реальное пространство, в котором живет и творит современный человек, не является непрерывным, а стремительно изменяется во времени. Это означает, что оно имеет скорее четыре (X, Y, Z, C), а не три (X, Y, Z) геометрических измерения. Географическое пространство как бы трансформируется в эколого-географическое, представляющее, по А. И. Чистобаеву (1993), пространственно-временное сочетание общественных объектов, явлений и процессов в совокупности с природным окружением.

Географы нынешнего поколения уже осознают существование «мысленных карт» для «географизации» глобальных природно-антропогенных процессов. Отметим в связи с этим, что еще в эллинскую эпоху геометрия (*geo* – Земля и *metron* – измерение) наравне с философией была отнесена к естественным наукам и Евклид, надо полагать, рассматривал ее как науку, объясняющую природу Вселенной. Его «Начала» (в латинизированной форме – «Элементы») – образец научного подхода, которого следует придерживаться при создании любой дедуктивной системы.

Ближе к нашему времени геометрия, в сути своей оставаясь неизменной, расширяла свои методы и предмет исследований в направлении аффинной, проективной, неевклидовой и конформной геометрий (Декарт, Гаусс, Лобачевский и др.), что в комплексе наиболее полно соответствует системе взглядов Эрлангенской программы Клейна (1872), поставившей задачу о вскрытии внутренней связи между различными областями математики. И уже в наше время развивается новое геометрическое направление – **т о п о л о г и я** (от *analysis situs* Лейбница и Эйлера) как геометрия непрерывной совокупности любых объектов и явлений (Риман, Гильберт и др.), наделенных так называемой топологической структурой. Именно топология представляет собой ту область знаний, методы которой имеют приложение во всех отраслях естествознания. Поэтому современная геометрия, несмотря на свой абстрактный характер, использует в качестве объектов исследования конкретные построения с далеко идущими выводами.

Первостепенными объектами исследований являются природно-антропогенные системы на картографической основе [1]. Картографи-

ческие принципы и методы изучения окружающей природной среды, особенно с использованием компьютерной технологии, должны обеспечить оптимальное социо-экономико-экологическое моделирование геосистем. Многолетние генетические и какие-либо другие подходы к созданию интегрированной экологической карты успеха не имели, что и было подтверждено I Международным совещанием картографов-экологов [2].

В связи с этим нам представляется возможным объединить две в основе своей отдельные темы – общую методологию топологии с теорией изолиний П. К. Соболевского (1869 – 1949) – применительно к «топографическим поверхностям» нового, более высокого порядка (X, Y, Z, C) . Изложение существа топологических аспектов проблемы связано с необходимостью введения абстрактных математических понятий, в частности «непрерывности изолиний», имеющих прямое отношение к теории кривых поверхностей.

Пусть f – отображение топологического пространства M в метрическом пространстве N , при котором точка a пространства M переходит в точку $f(a)$ пространства N . Отображение $f: M \rightarrow N$ непрерывно в точке a пространства M , если для любого числа $\epsilon > 0$ найдется число $\delta > 0$; при этом δ -окрестность $U_\delta(a)$ точки a отображается в ϵ -окрестность $U_\epsilon(f(a))$ точки $f(a)$ пространства N , т. е.

$$f(U_\delta(a)) \subset U_\epsilon(f(a)).$$

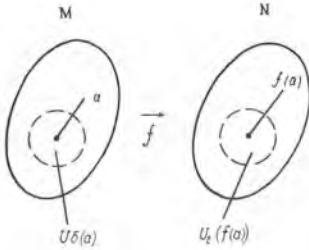


Рис. 1. Отображение топологического пространства M в метрическом пространстве N

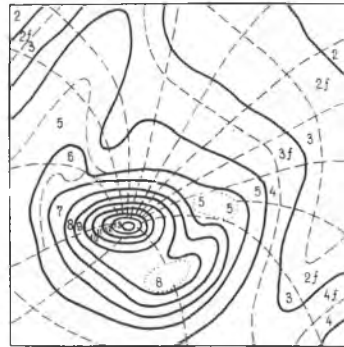


Рис. 2. Система изогradientов и векторных полей, эквивалентная дифференциалу топографической поверхности

И если условие непрерывности выполняется для всех точек пространства M , то $f: M \rightarrow N$ отображение непрерывное (рис. 1). Доказательство непрерывности конкретного отображения сводится, таким образом, к нахождению для произвольно взятой ϵ -окрестности точки a в δ -окрестности, удовлетворяющей этим условиям (к взаимной однозначности добавляется условие взаимной непрерывности).

При выяснении геоморфизма топологических пространств (существования между ними топологического соответствия) возникает очень важный вопрос – какие геометрические свойства и каким образом переносятся при непрерывном отображении пространства. В связи с этим обратимся к методу изолиний профессора Екатеринбургского горного института П. К. Соболевского [3] – теоретической базе научной дисциплины «Геометризация недр» [4].

Сущностью теоретической части метода изолиний является теория геохимического поля недр Земли, как сложного комплекса геохимических полей и структурных форм литосферы. За исходное принято положение, что геохимическое поле вообще является полным аналогом геофизического поля и если характерные свойства этого поля выразить для любой точки (в ординатах X, Y, Z) соответствующим числом V , то эти свойства могут быть рассматриваемы как функция времени (t), т. е. $V = f(X, Y, Z, t)$. При этом функция V удовлетворяет следующим четырем условиям:

1) условие конечности, т. е. значение V не может быть равно ∞ ;
2) условие однозначности, т. е. для данной произвольной точки (X, Y, Z) и для данной «эпохи» t функция V имеет только одно значение;

3) условие непрерывности, согласно которому с незначительным перемещением точки наблюдения соответственно незначительно изменяется и количественная характеристика поля или, что более понятно, бесконечно малому перемещению точки по карте (X, Y) отвечает и бесконечно малая перемена Z ;

4) условие плавности, имеющее в прикладной части особо важное значение, на картах выражается двояко – плавностью течения каждой отдельно взятой кривой и плавностью изменения промежутков между целой системой кривых (плавность скатов).

Нетрудно понять, что удовлетворяющая всем этим условиям поверхность есть поверхность t о п о г р а ф и ч е с к а я, а изо- V хорошо нам известные изогипсы (изолинии). На этом основании совершенно ясна полная аналогия между аналитическими системами координат и структурно-графическими (или картографическими) системами. Более понятна и суть предыдущих рассуждений (см. рис. 1). Здесь же существенно важно усвоить, что перемена систем координат графических, так же как и аналитических, не может дать большей точности в определении координат точек самой топографической поверхности. Именно поэтому система изолиний «вытесняет» все другие системы там, где нужна простота, достаточная точность и к тому же еще наглядность.

Итак, для топографической поверхности функция $Z = F(X, Y)$ удовлетворяет условиям конечности, однозначности, непрерывности и плавности. Это означает, что для любой системы таких поверхностей применимы абсолютно все математические действия: сложение, вычитание, умножение, деление, логарифмирование, дифференцирование, интегрирование и т. п. Например, $z_1 + z_2 = f_1(x, y) + f_2(x, y) = Z$. Причем $Z = -F(X, Y)$ есть тоже уравнение топографической поверхности в соответствующих изолиниях; более сложное математическое преобразование топографической поверхности, например дифференцирование, приведет к особой карте (рис. 2) с изогradientами и векторными линиями (если же «топографическая карта» носит характер скалярного поля, то ее дифференцирование приводит к изображению векторного поля, к векторно-топографической карте).

В результате элементарных действий над топографическими поверхностями мы каждый раз приходим к какой-то новой топо-поверхности, характеризуемой соответствующими изолиниями, как функции тех исходных данных, которыми приходится оперировать с определенной целью. В частности, интегрирование приобретает особое значение при анализе целого ряда вопросов, связанных с деформацией дневной поверхности в условиях Солигорских калийных рудников.

Методология горной геометрии была безуспешно применена нами для геометризации Прибалтийского фосфоритоносного бассейна в связи с разведкой и разработкой фосфоритовых месторождений. Созданная еще в конце 60-х и апробированная в начале 70-х годов серия карт для этого района позволила решить ряд горнотехнических задач, связанных с комплексным освоением недр и рациональным использованием природных ресурсов [5].

В последние годы метод изолиний, разработанный П. К. Соболевским на примере горнорудного Урала, весьма эффективно использован ведущими специалистами института почвоведения и фотосинтеза РАН для обоснования структурной организации агроландшафтов [6]. Применению изолинейного моделирования в географии посвящена докторская диссертация В. А. Червякова [7].

Как нам представляется, возможности изолинейного моделирования гораздо шире и дальнейшие исследования в этой области весьма перспективны, прежде всего для решения комплексных проблем природопользования. Частично это доказано нами для условий Солигорского горно-промышленного района (ГПР) в результате совместной геометризации горно-геологических показателей недр и экономико-экологических показателей ГПР (рис. 3). Здесь в сфере экономико-математиче-

ского синтеза были вовлечены неоднородные параметры (реальные, условные и производные), но их изолинейное моделирование позволило оптимизировать ресурсосберегающую технологию. Результаты исследований в этом направлении апробированы на V Международном маркшейдерском симпозиуме в Болгарии (Варна, 1982), XI Всемирном горном конгрессе в Югославии (Белград, 1982) и VII Международном конгрессе по маркшейдерскому делу в СССР [8].

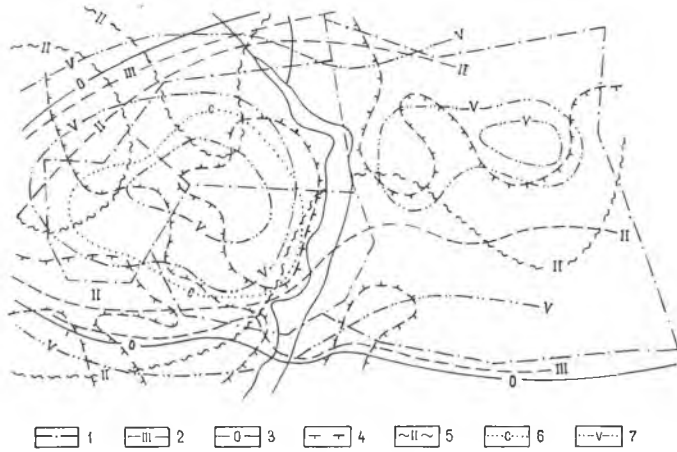


Рис. 3. Геометризация экономико-экологических параметров Солигорского ГПР:

1 — шахтные поля; 2 — распространение калийных горизонтов; 3 — муфта сдвижения горных пород; 4 — площади, свободные от заболачивания и подтопления из-за оседания дневной поверхности; 5 — изолинии бонитировки сельхозугодий и их стоимостных оценок; 6 — зона засоления почв и подземных вод; 7 — изолинии экологического ущерба

Для дальнейших исследований представляет интерес понятие многообразия поверхностей (Лагранж, Грассман, Пуанкаре и др.), где под точкой n -мерного пространства R^n понимают набор из отдельных чисел (x_1, x_2, \dots, x_n) , а под n -мерным пространством — множество всех таких точек, когда числа x_i приобретают независимо все возможные значения; к тому же между любыми двумя точками $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ вводится расстояние

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \geq 0.$$

Являясь комбинаторным топологическим пространством, n -мерное многообразие в принципе позволяет осуществить униформизацию алгебраических кривых. И что особенно важно, любая сферическая поверхность S^{n-1} , задаваемая уравнением $\sum_{i=1}^n x_i^2 = 1$, представляет собой замкнутое

$(n-1)$ -мерное многообразие кривых и поверхностей как непереносимое условие для изолинейного моделирования.

Исходя из вышеизложенных предпосылок, отметим один частный случай, весьма важный для геоэкологического картирования. Пусть имеется неравномерная сеть точек экологического опробования (по любому ингредиенту и виду природных ресурсов) с номерами 1, 2, 3, ..., i, ..., N, где определены (химическими и другими анализами) значения показателя $c_1, c_2, c_3, \dots, c_i, \dots, c_N$. По этим данным нужно определить неизвестное значение показателя c_k в точке K (рис. 4). Уместно предположить, что существует некоторая взаимосвязь между значениями показателя в точках 1 — N и в точке K, обратно пропорциональная расстояниям d_{kj} между известными точками и неизвестной, которая позволяет определить

$$c_k = \sum_{i=1}^N c_i d_{ki}^{-2} \left(\sum_{i=1}^N d_{ki}^{-2} \right)^{-1},$$

где c_k – значение показателя в точке К; c_i – значения показателя в точках 1 – N; d_{ki} – расстояние между известными точками и неизвестной. Кроме практического применения в геоэкологическом картировании, эта взаимосвязь, по сути дела, и была использована Ж. Матероном [9] при разработке теории геостатистики, а А. Н. Колмогоровым [10] – в идее оптимальной интерполяции. В связи с этим для исследования изменчивости геоэкологических показателей определен интерес представляет использование общих аналитических методов поиска пространственных статистических закономерностей с их аппроксимацией поверхностями вида [11]:

$$\bar{c}(x, y) = \sum_{\beta=0}^n \sum_{\alpha=0}^n a_{\alpha\beta} x^\alpha y^\beta,$$

где x, y – координаты точек опробования; $a_{\alpha\beta}$ – коэффициенты полинома, определенные методом наименьших квадратов из системы линейных уравнений, решение которой без компьютерной технологии практически невозможно. Это очевидно, поскольку даже для полинома третьего порядка уравнение уже имеет непростой вид:

$$\bar{C} = a_{00} + a_{01}x + a_{02}x^2 + a_{03}x^3 + a_{10}y + a_{11}xy + a_{21}x^2y + a_{20}y^2 + a_{21}xy^2 + a_{30}y^3,$$

а вся система уравнений подчинена условию $\sum_{i=1}^K (\bar{C} - C_i)^2 = \min$, где C_i – фактические значения геоэкологических показателей.

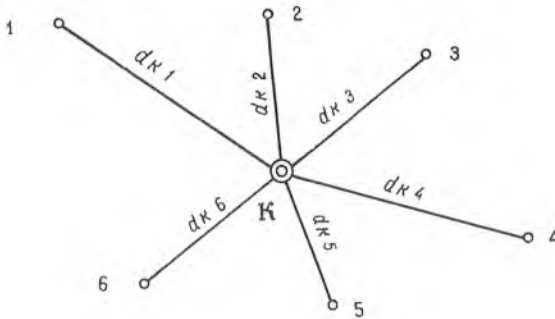


Рис. 4. Взаимосвязь геоэкологического показателя в неизвестной точке К с показателями в точках опробования 1–6

Полином, предназначенный для математического описания эмпирических распределений вероятностей (с обоснованием оптимального сечения изолиний и построением карт на компьютерном графопостроителе при практически неограниченном объеме первичной информации, а также с оценкой изменчивости показателей по остаточной дисперсии $\sigma_{ост}^2$ и подсчетом «запасов» техногенных веществ в пределах оконтурированной площади), более надежно характеризует геосистемную сущность объекта исследований, чем горизонтальная плоскость на уровне среднего арифметического при линейном интерполировании C_{ij} [5, 8, 11].

Создание сводной (интегрированной) экологической карты региона (района) на ландшафтной топооснове с целью обоснованного районирования территории по экологическим ситуациям – нормальным, удовлетворительным, напряженным, кризисным и катастрофическим в соответствии с предложениями [12] для эффективного вложения природоохранных инвестиций – весьма заманчиво, остро необходимо и достаточно сложно, если не невозможно [2]. Тем не менее теория топологических многообразий (R^n -многообразиие, PL-многообразиие, дифференцируемое многообразиие и др.) как самая современная область геометрии,

а на базе компьютерной технологии и весьма перспективная в практическом приложении, несомненно, и есть та область знаний, которая позволяет решить эту наисложнейшую проблему с учетом специфики многочисленных и разнохарактерных параметров биосферы.

В связи с этим необходимо усвоить одну простую истину – точность, которую мы можем извлечь из эко-карты зависит при прочих равных условиях от масштаба этого графика, т. е. от степени уменьшения природы при ее картографическом отображении. Так, маркшейдерская практика для самых точных геометрических работ установила масштаб 1:1000 и даже 1:500, а для более общих обзорных работ 1:5000 и 1:10000. Наши исследования для создания экологической карты Солигорского ГПР [8] применяли масштабы 1:25000, 1:50000 и даже 1:100000. Таким образом, предлагаемый здесь геометрический метод экологического картографирования применим для крупномасштабных карт локальных районов. Предложения [12] эффективны и актуальны, вероятно, для карт до 1:1 000 000 масштаба. Применяемый в настоящее время генетический метод целесообразен лишь для мелкомасштабных карт и с конкретной целью – прогнозирования возможных экологических проблем, причем разработки [8, 12] в этих же целях более аргументированны. Объективности ради отметим, что оценка точности результатов в связи с картографической генерализацией может внести существенные коррективы в эти выводы и поэтому требует отдельного обсуждения как с позиций теории ошибок [5], так и с точки зрения имманентности [13]. Ясно одно, целевая генерализация должна решать две задачи (выявление и отображение определенных признаков, свойств и взаимосвязей объектов изучения [14], а также переход от их индивидуальных черт к родовым характеристикам [15]), синтез которых может привести к получению качественно новой информации [16], что при эколого-географическом и особенно эколого-экономическом [17] картографировании может приобрести прикладную значимость. «В конечном счете вершиной таких разработок должны стать карты территориальной организации общества» [18. С. 25] на пути от техносферы (А. Е. Ферсман, 1924) к ноосфере (В. И. Вернадский, 1926) с использованием синтезированных признаков (Ю. Д. Дмитриевский, 1991 и др.).

Основоположник геометрии недр П. К. Соболевский существенно ограничил свой метод изолиний рамками горно-геологических параметров. Спектр возможных приложений этого метода значительно шире: геоморфология и почвоведение, гидрогеология и гидрология, климатология и т. д., что подтверждают работы [5–8]. Это вселяет надежду на успешное применение геометрического метода экологического картографирования для решения природоохранных задач.

Безусловно, без четкого изложения математической теории нелегко понять, что именно является предметом ее исследования. Однако в рамках этой статьи нам пришлось отказаться и от логического анализа проблемы, и от аналитического подхода к ней. Направленность статьи иная – она дает общее представление о предмете исследований, а ее предназначение в выборе пути развития экологического картографирования биосферы. Изобразительные и познавательные возможности изолинейных карт мы вправе рассматривать как плодотворное средство моделирования геосистем для управления природопользованием.

Список литературы

1. Исаченко А. Г. // Изв. ВГО. 1990. Т. 122. Вып. 4. С. 289.
2. Принципы и методы экологического картографирования. Пушино, 1991.
3. Соболевский П. К. Современное маркшейдерское искусство как методология для решения основных задач горного искусства. Л., 1926.
4. Ушаков И. Н. Горная геометрия. Л., 1937.
5. Ермоленко В. А. // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Л., 1973.
6. Геометрия структур земной поверхности / Под ред. И. Н. Степанова. Пушино, 1991.
7. Червяков В. А. // Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Л., 1992.
8. Ермоленко В. А., Сенин В. Н., Жмойдяк Р. А. // Докл. VII Междунар. маркшейдер. конгресса. Л., 1988. Т. 4. С. 138.
9. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. М., 1968.

10. Колмогоров А. Н.//Изв. АН СССР. Сер. мат. 1941. № 5. С. 369.
 11. Ермоленко В. А., Низгурецкий З. Д.//Докл. АН БССР. 1977. Т. 21. № 6. С. 545.
 12. Кочуров Б. И.//Изв. РАН. Сер. географ. 1992. № 2. С. 112.
 13. Баранский Н. Н.//Учен. зап. МГУ. 1946. Вып. 119. Кн. 2. С. 180.
 14. Салищев К. А. Картоведение. М., 1990.
 15. Лютый А. А. Язык карты: сущность, система, функции. М., 1988.
 16. Берлянд А. М.//Изв. ВГО. 1987. Т. 119. Вып. 5. С. 403.
 17. Руденко Л. Г. Картографическое обоснование территориального планирования. Киев, 1984.
 18. Смирнов Л. Е.//Изв. РГО. 1993. Т. 125. Вып. 2. С. 19.

УДК 551.510:629.13

В. Н. КИСЕЛЕВ, В. Н. НЕСТЕРУК, М. В. ЛЫСКОВЕЦ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРТОЛЕТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЗАМОРОЗКАМИ

On the peat-bogs of Byelarusian Polesye which occupy vast territories ground frosts are possible during the vegetative season. To destroy them application of helicopters is recommended.

В связи с антропогенными изменениями одного из ведущих климатообразующих факторов – подстилающей поверхности (замены теплоаккумулирующей обводненной поверхности низинных болот теплоизоляционной поверхностью торфяников) – заморозки в Беларуси стали лимитирующим условием возделывания таких культур, как картофель (особенно ранних сортов), кукуруза, яровая пшеница, гречиха, огурцы и помидоры. Ими повреждаются сады и плантации ягодных культур. Особенно актуальна борьба с заморозками для юга Беларуси (Полесье). Если до крупномасштабного мелиоративного освоения Полесья поздние весенние заморозки на минеральных почвах прекращались в третьей декаде апреля [1], то на торфяниках они возможны в течение всего вегетационного периода, а раннелетние заморозки наблюдаются практически ежегодно. Прогнозируемое нарастание континентальности климата Беларуси после водно-земельных мелиораций и формирование местного климата на осушенных массивах сельскохозяйственных угодий с обязательными поздневесенними и раннелетними заморозками [2] делает поиск эффективных способов их предотвращения наиболее актуальным. Обычно для борьбы с заморозками рекомендуются: дымление при помощи дымовых куч и самолета, укрытие наиболее ценных культур на небольших площадях соломенной резкой, лапами хвойных деревьев, а также их полив [1]. В районах менее расчлененного рельефа вероятность и интенсивность заморозков возрастает. По этой причине площадь поврежденных ими культур в Брестской и Гомельской областях достигает значительных величин.

Применение традиционных методов борьбы с заморозками (наземное дымление и укрытие культур) на больших осушенных массивах Полесья малоэффективно. Их локальное использование приводит к тому, что в воздух вводится большое количество аэрозолей, копоти, дыма и других вредных для здоровья людей веществ. К тому же эффективность этих методов зависит от изменчивости ветра. При малых барических градиентах, характерных для заморозков, часто меняются скорость и направление ветра, что приводит к загрязнению большой территории канцерогенными веществами [3].

Нами предлагается турбулентный способ с использованием вертолета. Вертолет без пассажиров представляет собой укрупненный вентилятор с автономным источником энергии (двигательной установкой). Математическое моделирование и натуральные эксперименты использования вертолетов указывают на то, что в результате их полета на малой скорости происходит сильное воздействие на окружающую среду. Турбулентный поток от несущего винта («вентилятора») приводит к перемешиванию воздуха в зоне температурной инверсии, что вызывает повышение температуры в приземном слое (размещения сельскохозяйственных культур), и разрушению условий, приводящих к возникновению заморозков [4].

Турбулентный вертолетный способ борьбы с заморозками имеет ряд преимуществ. Во-первых, он высоко мобилен и мало зависит от изменений направления и скорости ветра, во-вторых, позволяет ликвидировать заморозки на больших площадях, в третьих, борьбу с заморозками можно совмещать с подкормкой растений минеральными удобрениями и обработкой посевов пестицидами, в четвертых, применение вертолетов экологически более чисто. Кроме того, применение тяжелых вертолетов с косым обтекателем несущего винта при влажности более 85 % и температуре ниже -15°C способствует образованию облачности, что уменьшает выхолаживание и приводит к повышению температуры воздуха в приземном слое на $8-10^{\circ}\text{C}$ [5]. Образование такой облачности может быть использовано как метод борьбы с вымерзанием сельскохозяйственных культур в малоснежные зимы. Положительные стороны этого метода оправдывают применение данной техники даже в условиях резкого повышения цен на энергоносители.

Рассмотрим процесс взаимодействия вертолета с подстилающей поверхностью.

При натуральных экспериментах [4] установлено, что вертикальная мощность турбулентного следа в среднем составляет $100-110$ м. В верхней части возмущенного слоя происходит понижение температуры, а в нижней – ее повышение. Изменение температуры зависит от вертикального температурного градиента. Чем больше он в слое инверсии, тем больше будет повышение температуры у поверхности земли.

В результате турбулентного перемешивания в верхней части спутного следа будет увеличиваться и относительная влажность. Если в верхней части турбулентного следа в слое температурной инверсии воздух близок к состоянию насыщения, то вследствие понижения температуры и увеличения относительной влажности происходит конденсация водяного пара, который выполняет функции защитного слоя от радиационного выхолаживания.

Методика разрушения условий для заморозка заключается в том, что вертолет во время выполнения задания либо зависает над сельхозкультурами, либо медленно перемещается. Относительно теплый воздух сверху засасывается винтом и направляется в приземный слой отрицательных температур. Увеличение площади разрушения заморозков создается при полете «змейкой» и зависит от скорости полета. В режиме зависания радиус зоны воздействия достигает $130-150$ м (диаметр до 300 м). При полете со скоростью $8-10$ км/ч зона перемещения по курсу полета составляет около 250 м. При скорости более 60 км/ч перемешивание при высоте полета 100 м не достигает земной поверхности, а турбулентный след по диаметру уменьшается до 50 м.

Таким образом, наиболее оптимальная высота полета должна составлять $100-120$ м, а скорость полета не должна превышать 30 км/ч. Как уже было отмечено, спутный след вертолета является зоной активного перемешивания воздуха и зависит также от веса и размеров несущего винта. Чем больше вес вертолета и размеры несущего винта, тем большая площадь заморозка разрушается.

Основную роль разрушения заморозка играют сводные вихри, которые в местах соприкосновения скручиваются в два мощных устойчивых жгута, имеющих противоположную по направлению циркуляцию.

Пролет вертолета в атмосфере вызывает вертикальное перемещение воздуха по сухоадиабатическому закону. Воздух, попадающий в восходящий поток спутного следа, будет охлаждаться на $1^{\circ}\text{C}/100$ м, а воздух, попадающий в нисходящий поток спутного следа, будет нагреваться на такую же величину.

Профиль температуры будет изменяться при различной стратификации атмосферы. При натуральных экспериментах установлено, что на расстоянии $300-400$ м от вертолета вертикальная мощность спутного следа составляет 110 м. Тогда воздух с верхней границы слоя, опускаясь, будет нагреваться сухоадиабатически на $1,1^{\circ}\text{C}$. В результате турбулентного перемешивания будет происходить изменение кривой стратификации. Так, в верхней части возмущенного слоя произойдет понижение температуры, а в нижней части – ее повышение.

Изменение температуры будет зависеть от вертикального температур-

ного градиента в исходный момент. Чем больше вертикальный температурный градиент в слое, тем больше будет изменение температуры. Если полет происходит в слое инверсии, то за счет турбулентного перемешивания более теплый воздух с верхней границы будет опускаться (еще более нагреваясь), а холодный воздух с нижней границы слоя перемешивания, поднимаясь, будет охлаждаться. В результате этого в верхней части слоя перемешивания произойдет понижение температуры, а в нижней части — повышение. Кроме того, под нижней и над верхней границей перемешивающегося слоя произойдет усиление интенсивности инверсии, будет иметь место образование двухслойной инверсии.

В приземных инверсиях антициклонов часто вертикальный градиент температуры достигает 2–5 °С/100 м, а иногда он может достигнуть в отдельных случаях 8–10 °С/100 м.

Таким образом, при больших значениях вертикального температурного градиента перемешивание воздуха в турбулентном следе вертолета приводит к значительным изменениям его термогигрометрических характеристик, что способствует разрушению заморозка и сохранению урожая сельскохозяйственных культур.

Успешность борьбы с заморозками повышается с увеличением интенсивности полетов в любом режиме. Важно, чтобы теплый воздух с верхней части инверсии достигал подстилающей поверхности и перемешивался бы с прилегающей к ней пленкой выхоложенного воздуха. В случае слоя инверсии большей толщины это должен быть режим зависания или медленного горизонтального полета против ветра, когда нисходящая струя от вертолета достигает подстилающей поверхности.

В связи с созданием в Беларуси Министерства обороны использование вертолетов в сельском хозяйстве помогает также решить проблему обеспечения военных летчиков конкретной работой не во вред их боевой подготовке.

Список литературы

1. Шкляр А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и их использование в сельском хозяйстве. Мн., 1973.
2. Киселев В. Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения. Мн., 1987.
3. Чирков Ю. И. Агрометеорология. Л., 1986.
4. Мазуров Г. И., Нестерук В. Н. Метеорологические условия и полеты вертолетов. Спб., 1992.
5. Нестерук В. Н., Школьный В. П. // Сб. ст. Воронеж. ВВАИУ. 1982. Вып. 6. С. 12.

УДК 910

Р. А. ЖМОЙДЯК, А. А. СОЛОМОНОВ

АКАДЕМИК В. В. ПОПОВ — ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ-ГЕОДЕЗИСТ
(к 105-летию со дня рождения)

The article says about the main achievements in the field of geodesy: the devising of methods for the creating of geodesy point network, the whys and wherefores of the polygonal bases theory introducing efficient methods of processing data of geodesy measurements. Popov's ideas in the field of the whole complex of the academic-scientific process in the training of the specialists of higher qualification are described.

Каждый человек живет не только собственным физическим существованием. Он в разной мере присутствует в сознании людей, знающих или помнящих и изучающих его наследие. И память людская всегда благодарна тем, кто жил, глядя в будущее человечества, способствуя прогрессу и создавая для этого возможные условия. История находит им место на своих скупых страницах. Отвела она его заслуженно и академику В. В. Попову.

В Минске по улице Советской на доме № 17 укреплен мемориальный камень с барельефом В. В. Попова. На нем скромные скупые слова: «В этом доме с 1948 г. по 1955 г. жил известный ученый-геодезист, академик АН БССР Василий Васильевич Попов». В. В. Попов — единственный за

всю историю нашей республики академик-геодезист. Аналогичный барельеф установлен в г. Пензе на здании бывшего землемерного училища, в котором Василий Васильевич учился, а затем (после образования на базе училища землеустроительного института) работал с 1921 по 1924 г. преподавателем высшей геодезии и проректором по учебно-научной части.

В отличие от физики, химии, биологии, медицины геодезия – прикладная математическая наука из числа негромких, незаметных. Без геодезических измерений с их обработкой невозможно ни изучение и картографирование Земли, ни исследование ближайших планет и космического пространства, ни осуществление научного использования земной поверхности, ни освоение земных и морских недр, ни разнообразное строительство и монтаж уникальных сооружений и сложнейшего оборудования. Однако все эти действия вспомогательные по отношению к явлениям, действиям и результатам, ради которых они выполняются. Поэтому, несмотря на то, что геодезия является первопроходцем важнейших сфер жизнедеятельности человечества, мало кто знает о ней [1–15].

Родился В. В. Попов 7 февраля 1887 г. в д. Невзорово на Рязанщине в простой крестьянской семье. Любовь к природе, к земле-кормилице, как и сознание того, что правильная организация использования земель является разумной помощью природе в отдаче ею продукции человеку, определили его поступление в Пензенское землеустроительное училище. Окончив его с отличием, решил продолжить образование в весьма престижном тогда Московском межевом институте, ныне Московском институте геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Авторитет этого учебного заведения был всегда высоким. Математические и специальные знания давались в нем ведущими специалистами того времени. Одним из ректоров института был прогрессивный писатель С. Т. Аксаков, в нем учились и работали такие выдающиеся ученые, государственные деятели, как В. Г. Белинский, В. Я. Струве, А. Я. Купфер, С. А. Чаплыгин, Ю. М. Шокальский, Н. Н. Лузин, В. Д. Болч-Бруевич, Г. М. Кржижановский и др. Институт всегда был не только центром научной мысли, но и распространителем передовых просветительных идей. Это формировало высокие профессиональные и гражданские качества студента В. В. Попова как будущего ученого. В числе преподавателей Василия Васильевича были крупные ученые Н. М. Кислов, И. А. Ивернев, К. А. Цветков, Н. Н. Веселовский и др.

По воспоминаниям В. В. Попова, особое влияние оказал на него профессор Ф. Н. Красовский, установивший размеры земного эллипсоида. В этот период сформировались оригинальные, не часто встречающиеся взаимоотношения крупного ученого и его ученика-продолжателя. Они выразились в официальном критическом рецензировании В. В. Поповым фундаментальных учебников-монографий по высшей геодезии члена-корреспондента АН СССР Ф. Н. Красовского, проведенного с согласия последнего.

Формирование В. В. Попова как ученого началось еще в студенческие годы благодаря постановке в межевом институте учебного процесса в неразрывной связи с научными исследованиями.

В 1928 г. В. В. Попов был избран на должность профессора, а затем заведующего кафедрой Белорусской сельскохозяйственной академии. Здесь раскрылся и получил наибольшее развитие выдающийся талант В. В. Попова как дальновидного исследователя, ученого-организатора, педагога. В 1938 г. ВАК СССР утверждает ему степень доктора технических наук без защиты диссертации. В 1940 г. он избирается членом-корреспондентом АН БССР.

В военные годы, во время эвакуации, Василий Васильевич заведовал кафедрой высшей геодезии Новосибирского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии и являлся проректором этого института по учебно-научной работе. В 1948 г., по приглашению АН БССР, он возвратился в Беларусь, где возглавил сектор геодезии АН БССР, работал в должности заведующего кафедрой геодезии и аэрофотогеодезии Белорусского технологического института и одновременно – профессором кафедры инженерной геодезии Белорусского политехнического института.

С 1950 г. В. В. Попов – действительный член АН БССР, а с 1953 – академик-секретарь отделения физико-математических и технических наук АН ВССР. В этой должности он работал до последних дней своей жизни.

Во многих кандидатских и докторских диссертациях продолжались и развивались исследования академика В. В. Попова. Немало статей посвящено характеристике и анализу его научной деятельности. Но почти ничего не сказано о его главных человеческих чертах как гражданина, который очень много сделал для своего времени.

Василий Васильевич обладал редким даром проникновения в суть и глубинные связи явлений, масштабностью мышления, научным предвидением. В связи со всесторонним изучением северных районов страны, их освоением с использованием природных богатств, возникла необходимость в геодезических съемках. Выполнение ответственного задания по разработке методов создания опорных сетей как основы этих съемок поручается проф. В. В. Попову. Ученый не ограничился общими научно-техническими рекомендациями, лично проверял их на местности и производил большие работы по построению геодезической опоры на обширной территории между реками Северной Двиной и Онегой. И в последующем оставался консультантом этого направления в Северном геологическом управлении.

Небывалое расширение геологических изысканий, гидроэнергетическое и промышленное строительство, рост городов и другие мероприятия сильно усложнили содержание работ по созданию геодезической опоры, резко увеличили их объем при необходимости ускорения исполнения, породили новые проблемы совместной обработки все увеличивающегося числа связанных общими геометрическими условиями величин. Традиционные методы не могли удовлетворить требования времени. В. В. Попов проводит глубокие исследования по совершенствованию методов создания и обработки опорных геодезических сетей. На десятилетия обгоняя время, задолго до появления свето- и радиодальномеров, он предлагает в общегосударственном масштабе высокоточные траверсы (полигонометрические хода) взамен традиционной триангуляции, что обеспечивало большой экономический эффект при резком сокращении затрат времени. После теоретических поисков выход делается на прокладку в экстремальных условиях местности первоклассного траверса Казань – Агрыз (Московская область), включенного затем в общую астрономо-геодезическую сеть страны. Одновременно им разрабатывается теория ломаных базисов, вместо труднореализуемых прямолинейных. И вновь делаются [10, 12] крупные выходы на большие производственные объекты с блестящими результатами (в Беларуси, Московской, Смоленской, Ивановской и других областях). Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР утверждает В. В. Попова постоянным консультантом по траверсным и базисным измерениям. Исследования этого направления остаются проблемными и в обозримом будущем. Под его прямым руководством произведены съемки Архангельска, Северодвинска и практически всех городов Беларуси.

В период Великой Отечественной войны В. В. Попов внес достойный вклад в оборону страны научной разработкой «Ускоренные методы геодезического обоснования топографических и картографических работ», доложенной уже на мартовском Пленуме АН БССР в г. Казани в 1942 г. и сразу же внедренной в производственные процессы. Соответственно требовались новые методы математической обработки результатов геодезических измерений, обладающие общностью применения независимо от размеров сетей, их конструкции и объекта назначения. В связи с этим В. В. Попов предложил способы узлов и полигонов, получившие повсеместное признание в геодезических построениях для целей землеустройства, картографирования страны, в городах, на строительных площадках, при строительстве метрополитенов.

Исследования В. В. Попова базировались на весомых теоретических уточнениях прошлого. Им «вскрыта серьезная теоретическая ошибка ряда немецких ученых (Шумана, Эггерта, Гаммера и др.), а также некоторых наших ученых (В. Н. Высоцкого и др.) в вопросе о применении способа наименьших квадратов к решению уравнений, в которые

измеренные величины входят не только в свободные члены, как это имел в виду Гаусс, но и в коэффициенты при неизвестных» (Тр. ЦНИИГАиК, 1955 г.). Он впервые дал обобщенное понятие результатов геодезических измерений – весов – и обратил внимание на достоверность их определения, связь с реальной, а не кажущейся строгостью уравнительных вычислений. Эти мысли разрешаются и развиваются геодезистами и сейчас.

Характерной чертой В. В. Попова является педагогическое новаторство. Как бы предвидя нынешние проблемы высшей школы, он постоянно внедрял комплексность учебно-научно-воспитательного процесса как единого целого в подготовке специалистов с творческим потенциалом. Особенно велик вклад проф. В. В. Попова в учебный процесс высшей школы в период его работы в Белорусской сельхозакадемии. Все студенты, изучающие геодезию, участвовали в научных поисках в группах: научный руководитель – аспирант (мл. научный сотрудник, инженер-исследователь) – несколько студентов [11]. Затем эти же группы участвовали в производственных работах, где внедряли свои разработки, уточняли и совершенствовали их, выполняли конкретные работы и сдавали их производству. В результате расширился творческий кругозор студентов, их умение рационально решать нестандартные задачи.

Трудно переоценить вклад академика В. В. Попова в создание действенных основ Отделения физико-математических и технических наук АН БССР [9, 14, 15]. Достаточно сказать, что поначалу в этом отделении не было ни института физики, ни института математики и вычислительной техники. Много лучшего оставляла желать деятельность технических направлений. Заложенный академиком В. В. Поповым фундамент оправдал себя. Сейчас только в институте физики 14 лауреатов Государственных премий, 3 Героя Социалистического Труда. Работы института математики всемирно известны. И в этом деле подтвердилась убежденность ученого, что Беларуси нужны фундаментальная физика, математика и направляющие теоретические основы технических исследований. Пути решения начавшихся в последнее время поисков повышения эффективности академической науки В. В. Попов, еще в 50-х годах, видел прежде всего в создании талантливого, действенно-смелого ядра ведущих организаторов-исследователей, честных в труде и оценке его результатов. Он и делал в этом направлении все возможное.

Геодезию Василий Васильевич рассматривал с позиций не только масштабного ученого, глубокого мыслителя и прогнозиста, но и потомственного крестьянина. Он считал, что применительно к земной поверхности геодезия должна быть не просто технической исполнительницей измерений с их математической обработкой при топографических изысканиях, составлении и выносе в натуру инженерных проектов, контроле при их осуществлении, – с экологических позиций она должна стать координатором комплексного, рационального использования земной поверхности.

Прошло 38 лет жизни без академика В. В. Попова. Листаются страницы истории. Кое-что в них померкло, появилось много нового. Но не иссякает родник наследия Василия Васильевича. Этому способствуют тысячи его бывших учеников, занимающие ныне разные жизненные посты и воплощающие в жизнь его идеи. 18 докторов наук и профессоров создали уже второе поколение научной школы Василия Васильевича. Среди них есть крупные производственники и государственные деятели, воспитатели третьего поколения учеников проф. В. В. Попова (М. В. Дорошевич – ректор БПИ, затем Министр ВиССО БССР Д. А. Кулешов – ректор Новосибирского инженерно-строительного института, К. Л. Проворов и И. В. Зубрицкий – директора ЦНИИГАиК и др.).

Неумолимо идет время, но прогрессивное, доброе, вечное, порожденное проф. В. В. Поповым, будет всегда невидимо присутствовать в жизни, давать новые, тянущиеся к прогрессу ростки.

Список литературы

1. 200-летие Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. М., 1979. С. 342.

2. Купфер А. Я.//Академия наук СССР: Персональный состав. М., 1974. Кн. 1. С. 40.
3. Струве В. Я.//Там же. С. 43.
4. Савич А. Н.//Там же. С. 64.
5. Изотов А. А.//Сб. ст. по геодезии. М., 1948. Вып. 21. С. 23 и след.
6. В. В. Попов (некролог)//Изв. вузов: Геодезия и аэрофотосъемка. 1956. № 1.
7. Рабинович Б. Н. Основы построения опорных геодезических сетей. М., 1948. С. 134.
8. Зубрицкий И. В.//Тр. БСХА. Горки, 1958. Т. 26. С. 107.
9. Физикой увлеченные//Неман. № 5. 1968.
10. Ганьшин В. Н., Хренов Л. С.//Построение сетей геодезического съемочного обоснования. Мн., 1963. С. 93.
11. Соломонов А. А. Опыт организации научно-исследовательской работы студентов в вузах БССР. Мн., 1976. С. 29.
12. Кулешов Д. А.//Изв. вузов: Геодезия и аэрофотосъемка. 1977. № 1. С. 147.
13. Большаков В. Д. Василий Васильевич Попов//Двухсотлетие Моск. ин-та инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. М., 1979. С. 80.
14. Соломонов А. А.//Сов. инженер. 1987, 9 февр.
15. Соломонов А. А.//За передовую науку. 1987, 20 февр.

УДК 551.4:528.067.4(476)

Г. И. САЧОК, Н. А. ШИШОНОК, Л. В. МАРЬИНА

ТИПОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО КОРРЕЛЯЦИОННЫМ СВЯЗЯМ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬЕФА

It is intended to use the methods of mathematic statistics for the study of peculiarities of connections between morphometric indices. A map of typological division into districts in accordance with morphometric indices was made.

В настоящей работе обращается внимание на применение коэффициентов корреляции при изучении пространственной дифференцированности рельефа. Отметим, что в задачах кластеризации (группировки, таксонирования, классификации) коэффициент корреляции может употребляться в качестве меры сходства, близости объектов [1,2].

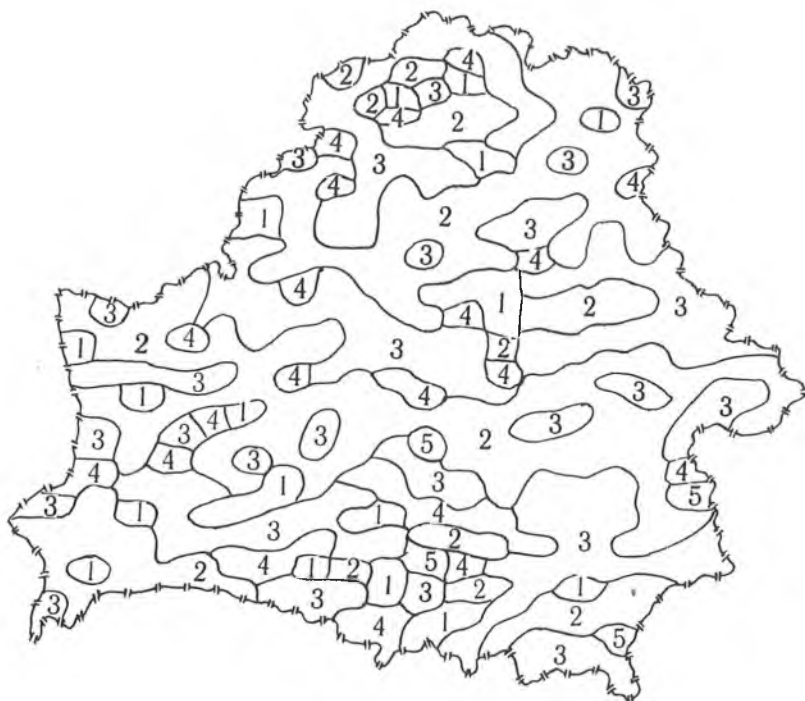


Рис. 1. Сила взаимосвязи комплекса морфометрических характеристик рельефа Беларуси

В основу исследования положены карты парных коэффициентов корреляции, рассчитанных для множества ключевых участков ($m = 401$), по каждому из которых формировалась выборка значений морфометрического показателя на километровой сетке. Вычислялись семь показателей (значения для элементарной площадки 1×1 км), что позволило построить 21 корреляционную карту. В качестве комплексного показа-

Таблица 1
Классификация взаимосвязей морфометрических показателей

Морфометрические показатели		Тип			
		I	II	III	IV
		Знак коэффициента корреляции			
Абсолютная высота	Глубина расчленения	+	+	—	—
	Крутизна склонов	+	—	+	—
Площадь, %		59	11	2	28

Морфометрические показатели		Подтип	
		А	Б
Глубина расчленения—крутизна склонов		+	—
Площадь, %		94,5	5,5

Морфометрические показатели		Вид			
		1	2	3	4
Густота расчленения	Глубина расчленения	+	+	—	—
	Крутизна склонов	+	—	+	—
Площадь, %		52	4	19	25

Морфометрические показатели		Подвид	
		а	б
Густота расчленения—крутизна склонов		+	—
Площадь, %		34	66

теля тесноты взаимосвязей использовано количество статистически значимых (из 21) коэффициентов корреляции для ключевого участка. Территориальное распределение этого параметра приведено на рис. 1. Очевидно наличие регулярностей на картограммном изображении, отражающее зональный характер распределения показателя. При этом в пределах Белорусского Полесья (кроме Брестского) преобладают тесные связи (более 10 статистически значимых коэффициентов корреляции), в Предполесье и западной части Белорусской гряды — слабые. Севернее расположена широтная полоса с тесными взаимосвязями морфометрических показателей. В Белорусском Поозерье, кроме северо-западной части, преобладают слабые взаимосвязи.

Классификация взаимосвязей строилась по иерархическому принципу (табл. 1). Типы взаимосвязей выделялись по знакам коэффициента корреляции абсолютной высоты с глубиной расчленения и крутизной склонов, а подтипы – по знаку связи глубины расчленения с крутизной склонов. Тем самым теоретически возможно выделение четырех типов и в каждом из них двух подтипов. Виды взаимосвязей определяются по знаку корреляции густоты расчленения с глубиной расчленения и крутизной склонов, а подвиды – густоты расчленения с длиной склонов. Контурность рельефа, связанная с холмистостью, учитывается почти полностью по крутизне склонов и глубине расчленения. Учет западинности потребовал бы выделения еще одного иерархического уровня и привел бы к чрезмерному дроблению таксонов низшего ранга. Задача типизации рельефа по связям характеристик контурности с показателями густоты и глубины расчленения рассматривалась отдельно.

Как видно из табл. 1, главную роль в рельефе играют I и IV типы взаимосвязей, заметен также тип II, а III фактически в рельефе региона не реализуется. Территориально тип I приурочен в северной зоне к пространствам волнистых моренных равнин и грядово-холмистого рельефа краевых образований, в центральной и южной зонах – к холмисто-волнистым, полого-волнистым и плоским донноморенным, зандровым и аллювиальным равнинам. Тип IV развит: в северной зоне – на озерно-ледниковых равнинах, в центральной зоне – на волнисто-увалистых платообразных и полого-волнистых моренных и отчасти зандровых равнинах и склонах краевых гряд. Тип II встречается небольшими участками на бугристо-холмистом, холмисто-волнистом рельефе в разных частях Беларуси.

На территории республики фактически встречается только подтип А взаимосвязей, а подтип Б обнаружен на единичных ключевых участках со специфическими геоморфологическими условиями (эоловый рельеф).

Таким образом, выделенные типы и подтипы описывают взаимосвязи параметров вертикальной расчлененности рельефа. При этом основным является тип I взаимосвязей: абсолютная высота положительно коррелирована с глубиной расчленения и крутизной склонов, а значит, и с длиной склонов и холмистостью. Это «прямой» тип взаимосвязей. Тип IV, который может быть назван «обратным», характеризуется отрицательной корреляцией абсолютной высоты с другими показателями, коррелированными между собой положительно. Прямой тип связей присущ «зрелым» хорошо денудированным пространствам, прошедшим эрозионную переработку от местных базисов эрозии до водоразделов, «обратный» – «молодым» в отношении эрозионного расчленения пространствам, где более интенсивной переработке подверглись участки, прилежащие к местным базисам эрозии. Со значительной долей условности эти типы можно представить следующими моделями: совокупность элементарных форм на общей подошве и совокупность элементарных форм с общей кровлей. Тип II встречается в двух вариациях: крупные формы расположены в рельефе выше и более пологи, мелкие формы расположены на меньших абсолютных высотах и имеют более крутые склоны.

Вид и подвид взаимосвязей выделяются по коррелированности густоты расчленения с показателями вертикальной расчлененности. При этом связи с абсолютной высотой не учитываются, так как локальная корреляция густоты расчленения с ней почти всегда отрицательна. На половине площади региона встречается вид 1 взаимосвязей (густота расчленения прямо связана с глубиной расчленения и крутизной склонов). Четверть площади характеризуется обратной зависимостью глубины расчленения от этих показателей (вид 4). Значительную роль играет вид 3, когда густота расчленения прямо связана с крутизной склонов и обратно – с глубиной расчленения. Вид 2 взаимосвязей фактически не реализуется в рельефе.

Вид 1 взаимосвязей распространен в северной зоне главным образом на озерно-ледниковых низинах; в центральной зоне (восточная часть) – на холмисто-волнистых моренных и зандровых равнинах, а в западной части частично и на холмисто-грядовом рельефе; в южной зоне – небольшими участками в пределах плоских и полого-волнистых

зандровых равнин. Виды 3 и 4 обычны в северной зоне в пределах грядово-холмистого рельефа краевых образований, волнистых моренных

Таблица 2
Пространственная сопряженность типов и видов взаимосвязей морфометрических показателей (частость, %)

Вид	Под-вид	Тип								%
		I		II		III		IV		
		подтип								
		A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	
1	а	8,0	0,5	1,75	0,5	0,75	0	11,0	0,25	22,75
	б	9,75	0,5	3,75	0	0,5	0	14,0	0	28,5
2	а	2,75	0,25	0	0	0	0	0,25	0,25	3,5
	б	1,0	0	0,25	0	0	0	0,5	0	1,75
3	а	3,75	0,5	0	0	0,5	0	0,25	0	5,0
	б	8,5	0,75	2,25	0,5	0,25	0	0,75	0	13,0
4	а	2,5	0,5	0	0,25	0	0	0,25	0	3,5
	б	19,25	0,25	1,0	0,5	0,25	0	0,75	0	22,0
	%	55,5	3,25	9,0	1,75	2,25	0	27,75	0,5	100,0

и зандровых равнин; в центральной зоне представлены лишь на западе (на полого-волнистых моренных равнинах); в южной зоне – на древних и современных аллювиальных равнинах.



Рис. 2. Типологическое районирование рельефа Беларуси по взаимосвязям комплекса морфометрических характеристик. Условные обозначения в табл. 2

Построенная классификация-типизация рельефа по взаимосвязям морфометрических характеристик отражает пространственную сопряженность вертикальной и горизонтальной расчлененности территории республики (табл. 2). Соответствие типов и видов является стохастическим. В то время как тип IV почти жестко привязан к виду 1, тип I сочетается с различными видами взаимосвязей (в основном с видами 3 и 4). Графической моделью классификации является карта типологического районирования рельефа по взаимосвязям морфометрических параметров (рис. 2), а классификация служит легендой такой карты.

Список литературы

1. Сачок Г. И., Цуркова Т. Ф. Математико-картографическое моделирование природных условий Белоруссии. Мн., 1984.
2. Трофимов А. М., Заботин Я. И., Панасюк М. В., Рубцов В. А. Количественные методы районирования и классификации. Казань, 1985.

УДК 574:539.1.04:747.475(28)

А. Ю. КАПАТАЕВ, И. А. РУДАКОВСКИЙ, Л. Е. БУРЛАКОВА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДИНАМИКА ЦЕЗИЯ-137 В ОЗЕРНЫХ ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

The results of the radioecology regime observations of two lakes, Jamnoye and Velikoye, in the Mogilev region are presented. The dependance of the radiation contents on the landscape is set. The contents of the radionuclides in different blocks of water ecosystems is studied. The coefficients of Cs¹³⁷ contents are calculated. It is demonstrated that in the lakes having the radioactive Cs¹³⁷ contents level below the control republic level for the water for drink the fish is not good for eating.

Актуальность радиозокологических исследований озер Беларуси определяется последствиями аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г., в результате которой произошло крупномасштабное радиоактивное загрязнение природной среды, причем основное количество радиоактивных загрязнений было выброшено на площадь водосбора Днепра, его притоки и водохранилища. В этих условиях изучение механизмов миграции, распределения и биологического действия радионуклидов в водных экосистемах приобрело исключительное значение.

Материалом для данной работы послужили результаты обследований озер Ямное и Великое, расположенных в Чериковском р-не Могилевской обл. в течение 1992 г. Оз. Ямное расположено в зоне с радиоактивным загрязнением окружающей территории 5–15 Ки/км², его площадь 0,06 км², объем 0,18 млн м³, средняя глубина – 3 м, максимальная – 6,5 м. Это димиктический водоем с хорошо выраженной температурной и кислородной стратификацией. Прозрачность воды в летний период составляет 1,3 м, общая минерализация 240 мг/л, окисляемость – 8–10 мгО/л. Оз. Великое расположено в зоне с радиоактивным загрязнением окружающей территории 15–40 Ки/км², его площадь 0,02 км², объем 0,013 млн м³, средняя глубина – 2,3 м, максимальная – 5,1 м. Водоем характеризуется периодическим нарушением температурной стратификации в результате ветрового перемешивания. Прозрачность воды в летнее время составляет 1,8 м, общая минерализация – 252 мг/л, окисляемость – 33 мгО/л.

Поскольку функционирование озерных водоемов тесно связано с их водосбором, важное значение приобретает анализ распределения радиоактивного загрязнения на окружающей эти водоемы территории. Широко известно пятнистое распределение радиации на поверхности почвы, однако, от чего зависит эта пятнистость, понятно далеко не всегда. Особенно это касается небольших локальных пятен, когда на протяжении нескольких метров уровень радиации меняется в 2, 3 и более раз. Подробное обследование гамма-фона на прилегающих к озерам территориях позволило установить интересную зависимость, характеризу-

ющую связь гамма-фона с гипсометрическими уровнями рельефа местности. Непосредственно у уреза воды и в заболоченных низинах уровень радиации значительно ниже, чем на высоких берегах и гривах. Так, у уреза воды оз. Ямного уровень радиации колеблется от 32 до 50 мкР/ч, составляя в среднем 38 мкР/ч. На более высоких местах уровень радиации находится в пределах от 35 до 80 мкР/ч, в среднем 64 мкР/ч. В оз. Великом у уреза воды этот показатель составляет 109–195 мкР/ч, в среднем 155 мкР/ч, а на высоких берегах – 166–379 мкР/ч, в среднем 270 мкР/ч. Установленная закономерность подтверждается более поздними данными, полученными на постоянном разрезе, заложенном через окружающую территорию и оз. Великое (рис. 1). Хорошо заметно, что в заболоченной низине (станция 1) уровень гамма-фона в 1,6 раза ниже, чем на расположенной рядом (в пределах 20 м) гриве (станция 2). Затем к урезу воды уровень радиации вновь снижается. На поверхности воды уровень гамма-фона близок к нормальному и составляет: у берегов (в 3 м от уреза воды) 20–22 мкР/ч, в центре озера – 16 мкР/ч, что в десятки раз ниже, чем на окружающей территории.

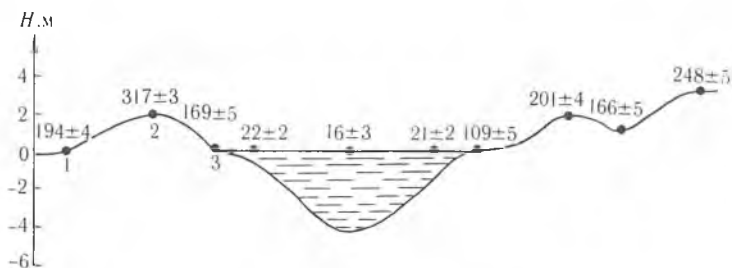


Рис. 1. Распределение гамма-фона на оз. Великом и окружающей территории:

H – высота от уреза воды, м; цифрами над точками обозначен уровень гамма-фона на почве, мкР/ч и доверительный интервал, рассчитанный при $p = 0,01$; под точками – номера станций

Определение содержания радиоактивного цезия в почве из мест окружающей территории с различными гипсометрическими уровнями также показало, что в заболоченных низинах концентрация радионуклидов значительно ниже, чем на гривах. Так, если в низине с высотой по отношению к озеру 0,1 м содержание цезия составляет 31,7 Ки/км², то на гриве высотой 2,0 м этот показатель уже достигает 59,8 Ки/км², а на высоте 3,5 м – 86,6 Ки/км².

Анализ вертикального распределения радиоактивного цезия в почве показал, что на гривах в верхнем 5-сантиметровом слое грунта содержится более 96 %, а в низинах – 94 % суммарного содержания этого элемента в почве.

Установленная закономерность между уровнем радиации и гипсометрическим уровнем местности имеет важное практическое значение, поскольку позволяет выбирать места с наименьшими уровнями радиоактивного загрязнения.

Радиоэкологические исследования на самих озерах показали, что содержание радиоактивного цезия в воде оз. Ямного с мая по октябрь колеблется с $0,73$ до $3,93 \cdot 10^{-11}$ Ки/л. Минимальная концентрация цезия отмечена в мае, максимальная – в сентябре. Основная масса радионуклидов в воде сосредоточена в растворенной форме, во взвеси находится менее 20 %, однако в пересчете на 1 кг взвешенного вещества содержание цезия-137 достигает $3,5 \cdot 10^{-10}$ Ки/кг. В оз. Великом количество цезия в сезонном аспекте изменяется от $2,76 \cdot 10^{-11}$ до $6,55 \cdot 10^{-11}$ Ки/л. Минимум, как и в оз. Ямном, отмечен в мае, максимум – в октябре и сентябре. В оз. Ямном в растворенной форме в воде находится более 85 % радиоактивного цезия. В среднем за период исследования концентрация радиоактивного цезия в воде оз. Ямного составляет $2,08 \cdot 10^{-11}$ Ки/л, а в оз. Великом – $5,49 \cdot 10^{-11}$ Ки/л. Таким образом, в обоих водоемах в воде содержание радионуклидов цезия значительно ниже республиканского контрольного уровня (РКУ), составляющего для питьевой воды $5 \cdot 10^{-10}$ Ки/л.

Содержание радионуклидов в донных отложениях литорали оз. Ямного колеблется от $1,6$ до $28,5 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг сухого вещества (в среднем $11,4 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг), а в профундали от $0,6 \cdot 10^{-7}$ до $1,9 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг (в среднем $1,31 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг). В оз. Великом этот показатель в литорали колеблется от $3,7 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг (в среднем $14,1 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг), а в профундали — $0,84 \cdot 10^{-7}$ — $7,65 \cdot 10^{-7}$, в среднем $3,7 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг. Коэффициенты накопления цезия донными отложениями составляют в оз. Ямном для песчаного грунта литорали 54800, а для илов профундали — 6298. В оз. Великом эти показатели соответственно равны 25680 и 6740 (таблица). Как известно, коэффициенты накопления радионуклидов илами более чем на порядок выше, чем песчаными грунтами [1, 2, 3 и др.]. Полученные нами данные можно объяснить наличием стратификации водных масс в момент выпадения радиоактивных осадков на поверхность озера, в результате чего основная масса радионуклидов аккумуляровалась песчаными грунтами литорали. Попаданию в профундаль радиоактивных веществ препятствовало термическое расслоение водной массы, что совпадает с литературными данными [4]. Аналогичные данные были получены и сотрудниками лаборатории гидроэкологии Белгосуниверситета [5].

Среднесезонные величины содержания радиоактивного цезия и коэффициенты его накопления (КН) в различных блоках тестовых озер

Объект исследования	оз. Ямное		оз. Великое	
	цезий	КН	цезий	КН
Вода, $\times 10^{-11}$ Ки/л	2,08	—	5,48	—
Донные отложения, $\times 10^{-7}$ Ки/кг	песок	11,40	14,10	25680
	ил	1,31	3,70	6740
Макрофиты, $\times 10^{-7}$ Ки/кг	кубышка	0,38	1,70	3100
	телорез	0,39	2,39	4354
	элодея	0,97	3,44	6277
	рдест	0,43	1,34	2445
	уруть	—	5,59	10200
Моллюски, $\times 10^{-8}$ Ки/кг	перловица: раковина	0,21	—	—
	тело	2,84	—	—
	живородка прудовик	1,39	4,13	754
	—	—	5,82	1060
Рыбы, $\times 10^{-8}$ Ки/кг	окунь	—	15,80	2883
	плотва	—	13,50	2464

Установлено два основных типа вертикального распределения цезия в грунтах литорали озер. В первом случае максимальная концентрация радионуклидов приходится на верхний слой грунта, с глубиной содержание радионуклидов закономерно снижается (рис. 2). Примером подобного типа служит оз. Великое. Иной тип стратификации цезия в грунтах отмечен в оз. Ямное. Здесь максимум содержания радионуклидов приходится на слои 6–9 или 9–12 см, а кривая, отражающая содержание цезия в донных отложениях, имеет куполообразный характер (см. рис. 2).

Анализ сезонной динамики содержания радиоактивного цезия в макрофитах показал, что концентрация этого элемента в растениях максимальна в середине мая, т. е. в начале вегетации (рис. 3). Затем к июню содержание цезия падает примерно в два раза, а в дальнейшем несколько увеличивается к осени. Таким образом, минимальная концентрация радионуклидов в макрофитах приходится на период их наибольшего роста, а максимумы отмечены в начале и конце периода вегетации. Указанная закономерность в большей или меньшей степени присуща всем изученным видам водных растений, повторяется на обоих тестовых

полигонах и, таким образом, может считаться достоверной. Вместе с тем есть сведения, что пики содержания радионуклидов в водных растениях приходятся на периоды усиленной вегетации – летние месяцы [1]. Полученные нами зависимости отличаются от литературных данных. В целом по сезонной динамике содержания радионуклидов в высших водных растениях сведений в литературе очень мало и они часто противоречивы, что подтверждает актуальность полученных нами данных и требует дальнейших исследований, поскольку макрофиты играют чрезвычайно важную роль в водных экосистемах и в ряде случаев могут служить источником попадания радиоактивных элементов в пищу человека.

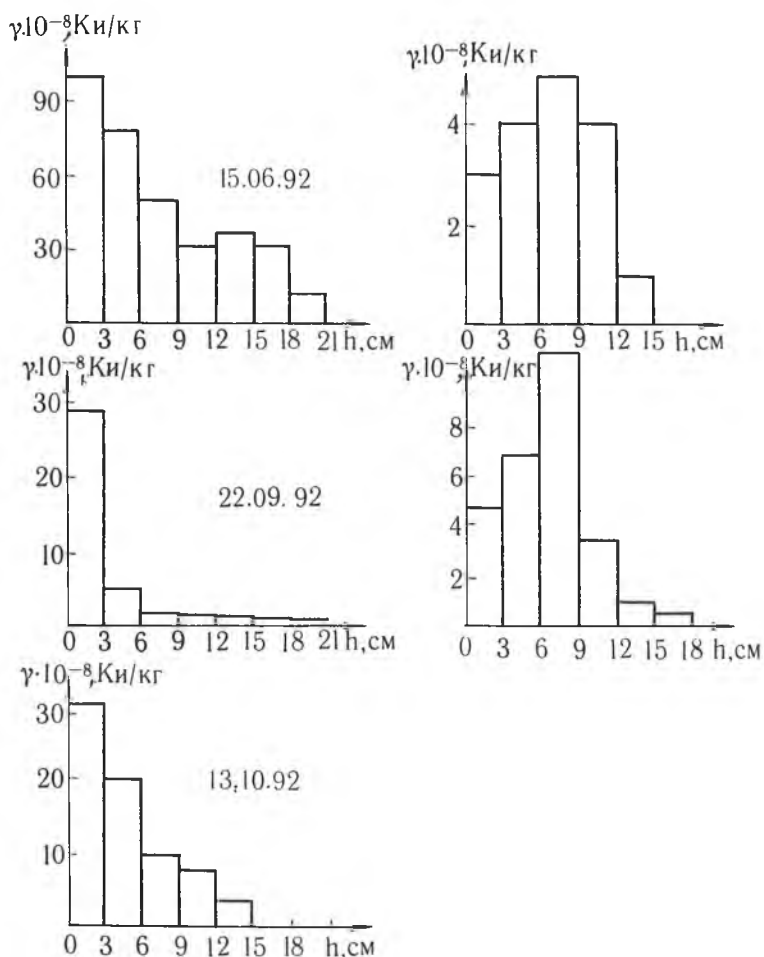


Рис. 2. Распределение радиоактивного загрязнения в толще донных отложений в оз. Великое (слева) и оз. Ямное (справа): по оси ординат содержание радиоактивного цезия; по оси абсцисс—слой грунта

Коэффициенты накопления цезия в макрофитах в оз. Ямном колеблются от 1827 у кубышки до 4663 у элодеи (см. таблицу). В оз. Великом коэффициенты накопления радионуклидов высшей водной растительностью оказались выше, чем в оз. Ямном и составляют у кубышки 3100, а у урути – 10200. Эта разница, вероятно, обусловлена более высоким содержанием цезия в воде и донных отложениях оз. Великого и, следовательно, более интенсивной его аккумуляции водными растениями, хотя по некоторым данным концентрации цезия в одних видах гидробионтов из озер с различным содержанием этого элемента в воде весьма близки [6].

Коэффициенты накопления цезия-137 макрофитами, полученные на-

ми для погруженных растений и растений с плавающими листьями, почти на порядок выше аналогичных, приводимых в литературе [1, 7], а также полученных для оз. Святского (Ветковский р-н, Гомельская обл.), имеющего примерно одинаковый с оз. Великое радиационный фон на берегах [5].

В моллюсках интенсивность накопления цезия значительно ниже, чем в грунте и макрофитах. Мягкие ткани моллюсков сильнее накапливают цезий, чем раковина.

У рыб коэффициент накопления близок к макрофитам. В оз. Великом содержание цезия в окунях составляет $15,8 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг, а в плотве — $13,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг в пересчете на сухое вещество. В пересчете на сырое вещество эти величины составляют соответственно $3,2 \cdot 10^{-8}$ и $2,7 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. Таким образом, полученные величины почти в два раза превышают РКУ для рыбы, составляющий $1,6 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. Следовательно, в озерах, где содержание цезия в воде не превышает РКУ для питьевой воды, обитает несъедобная рыба.

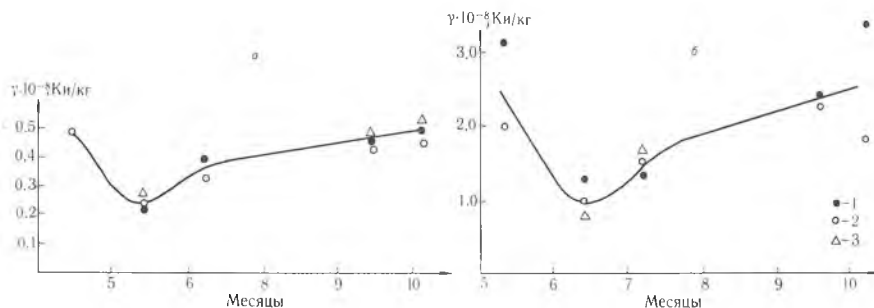


Рис. 3. Динамика содержания радиоактивного цезия в макрофитах в оз. Ямное (вверху) и оз. Великое (внизу):
1—телорез; 2—кубышка желтая; 3—рдест плавающий

Сравнительный анализ содержания цезия в различных блоках водных экосистем показал, что концентрация этого радионуклида в обоих озерах идет по схеме: вода — моллюски — рыба — макрофиты — донные отложения.

Список литературы

- Куликов Н. В., Чеботина М. Я. Радиозэкология пресноводных биосистем. Свердловск, 1988.
- Любимова С. А. // Радиозэкология водных организмов. 2. Рига, 1973. С. 96.
- Машнева Н. И., Родионова Л. Ф., Тихонова А. И. и др. Биологические последствия радиоактивного загрязнения водоемов. М., 1983.
- Hesslein R. H., Broecker W. S., Schindler D. W. // Canadian Journ. of Fisheries and Aquatic Sciences. 1980. V. 37. № 3. P. 378.
- Остапеня А. П., Павлютин А. П. // Прикладные вопросы лимнологии Белоруссии. Мн., 1992. С. 100.
- Провести исследования и выполнить прогнозы загрязнения донных отложений в результате аварии на ЧАЭС: Расширенный отчет о НИР (БГУ)/Рук. А. П. Остапеня. Мн., 1990.
- Тимофеева-Ресовская Е. А. // Тр. Ин-та биологии. Вып. 30. Свердловск, 1963.

УДК 631.6 + 631.8

Н. П. ИВАНОВ, Я. К. КУЛИКОВ,
А. С. ЧУБАКОВ, В. Ю. МАЛАШЕНКО

СТРУКТУРНЫЕ ПОЧВЕННЫЕ МЕЛИОРАЦИИ КАК ОСНОВА ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

One of the problems of natural environment optimization is discussed in the article, that is optimization of fundamental properties of the soils by the method of structural soil reclaimings. The theoretical foundations and practical results of the reclaimed peat soils grounding are considered. The essential improvement of the morphological, water-physical, agrochemical properties of the optimized soil and their positive effect on productivity and quality of the agricultural crops are revealed.

Взаимоотношения человека и природы могут носить как негативный, так и позитивный характер. С одной стороны, деятельность человека нарушает естественную эволюцию природы, ведет к ее деградации, с другой стороны, разумная человеческая деятельность не только препятствует деградации природы, но и способствует формированию ноосферы – сферы разума, где гармонично проявляются природные и социально-экономические законы. Поиск путей гармонизации отношений между обществом и природой, разработка рационального природопользования – важнейшая задача современной науки и практики. Другими словами, наука и практика должны быть нацелены на решение проблем оптимизации природной среды.

В настоящее время можно выделить три главных направления оптимизации природной среды (схема):

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ



Структурные почвенные мелиорации, как определяющий фактор оптимизации природной среды

1) консервация, т. е. сохранение естественного состояния ландшафтов. Этот путь исключает вмешательство человека в развитие природных процессов. Заповедные ландшафты используются исключительно в научных целях как природно-информационные банки;

2) уход за ландшафтом, включающий противоэрозионные, противопожарные, санитарные и другие профилактические мероприятия, направленные на предотвращение возможных нежелательных последствий их хозяйственного освоения;

3) активное воздействие на природную среду с использованием комплекса мелиоративных мероприятий: традиционных – осушение, орошение, известкование, борьба с эрозией почв, внутрихозяйственное землеустройство и другие мероприятия, улучшающие качество земель и окультуренность почв, и перспективных – землевание, торфование, их сочетание и другие мероприятия, направленные на коренное улучшение фундаментальных свойств почв и создание экологически устойчивой природной среды [1 – 6].

Если первые два подхода решают проблему улучшения природной среды в рамках естественно-исторических природных образований без коренных изменений ландшафтной структуры, то последний подход носит отчетливо выраженный конструктивный характер, выдвигающий на первый план определенную оптимизацию, реконструкцию ландшафта. Как правило, такой конструктивный подход позволяет не только устранять негативные последствия хозяйственной деятельности, но и способствует раскрытию потенциальных сил природы, активизации и стабилизации природных процессов. При активном характере оптимизации природной среды в качестве основного объекта ландшафтной реконструкции выступает почва – ведущий компонент ландшафта. Сущность метода оптимизации почв заключается в такой трансформации фундаментальных свойств почвы, при которой почва наиболее соответствует ландшафтным условиям, т. е. геолого-геоморфологической основе и гидроклиматической обстановке ландшафта, что в конечном счете обуславливает устойчивость как почвенного покрова, так и ландшафта в целом. На практике оптимизация почв достигается различными методами в зависимости от экологических условий и почвенных разновидностей – землеванием, торфованием и так далее.

Оптимизация минеральных и органогенных почв позволяет решить ряд задач, имеющих в настоящее время первостепенное значение. Прежде всего, за счет повышения плодородия почв решается проблема обеспечения населения высококачественной продукцией с использованием минимальных площадей сельскохозяйственных угодий. Существенно уменьшается горизонтальная и вертикальная миграция азота, фосфора, калия и микроэлементов. Соответственно исключается загрязнение грунтовых и подземных вод, поверхностных водоемов, атмосферы. Благоприятные условия для роста и развития растений позволяют полностью раскрыться их природному потенциалу, растения менее подвержены заболеваниям, что создает возможность уменьшить применение ядохимикатов. Высокое содержание кальция и калия в оптимизированных почвах препятствует поступлению стронция и цезия в растения, что особенно важно для Беларуси.

Реконструкция ландшафтов создает дополнительные возможности для сохранения природных ландшафтов, увеличения буферных зон вокруг них, что связано с увеличением урожая сельскохозяйственных культур, в связи с чем отпадает необходимость расширения пахотных угодий. В отдельных случаях площади пахотных угодий могут быть уменьшены в связи с ростом плодородия почв, обеспечивающим полное удовлетворение общества в сельскохозяйственной продукции с высокой биологической ценностью, что характерно для ряда стран Европы и Америки. Появляется возможность сбалансировать соотношение площадей сельскохозяйственных угодий, лесов, водоемов, уделив больше внимания охотничьему и рыбному хозяйству, созданию новых рекреационных зон. Сохранение существующих лесов и лесовосстановление позволят уменьшить негативное влияние роста городов.

Осуществление оптимизации природной среды затрудняется из-за ряда факторов, основной из которых – глобальное загрязнение природной среды, истощение природных ресурсов.

В настоящее время происходит компьютеризация различных отраслей народного хозяйства, в том числе и сельского хозяйства. Исследования в отношении использования компьютерной техники в сельском хозяйстве носят довольно разрозненный характер. Во многих случаях создается просто банк данных (рН, содержание азота, фосфора, калия, микроэлементов и т. д.) для хозяйства, района, республики, т. е. констатация существующего уровня плодородия почв. Целесообразнее проводить расчеты с использованием модели оптимальной или эталонной почвы в соответствующих ландшафтных условиях, а не пассивно оценивать плодородие почв. Закономерным представляется то, что выдающийся почвовед Беларуси А. Г. Медведев, заложивший теоретические основы реконструкции почв методом оптимизации их вещественного состава,

после многих лет занятий бонитировкой почв перешел к вопросам их оптимизации, разработал с сотрудниками систему мероприятий по оптимизации почв всей Беларуси [7, 8].

Создание и использование соответствующих программ по проведению структурной почвенной мелиорации, оптимизации природной среды в целом, прогнозу ее развития многократно повысит эффективность проводимой работы. Теоретической моделью оптимизируемой почвы служит наиболее экологически устойчивая и высокопродуктивная почва для данных природных условий. Оптимизация начинается со структурной мелиорации – одnorазового внесения необходимого количества минерального или органического грунта в почву с целью создания искусственного пахотного горизонта с параметрами, близкими к параметрам эталонной дерновой легкосуглинистой почвы. Применение соответствующей системы удобрений, агротехнических приемов, внесение мелиорантов (гипса, извести), чередование культур позволят добиться эффективности структурной мелиорации и, в конечном счете, оптимизировать почву в соответствии с природными условиями ландшафта.

Один из методов оптимизации почв, а именно землевание мелиорированных органогенных почв, апробирован в Проблемной лаборатории экологии ландшафтов Белгосуниверситета, где с 1978 г. проводятся экспериментальные наблюдения за изменениями морфологии, водно-физических и агрохимических свойств, биологической активности оптимизированной торфяной почвы и их воздействием на рост и продуктивность растений в севообороте: картофель – ячмень – многолетние травы (5 лет пользования) – озимая рожь.

В качестве теоретической модели для оптимизации мелиорированной торфяной почвы низинного типа была взята дерново-карбонатная легкосуглинистая почва с содержанием физической глины 25 ± 5 % и гумуса 6 ± 1 %. Оптимизация проводилась способом землевания с внесением 1500 и 2250 т/га связной супеси перегнойного горизонта, содержащей 18–20 % физической глины и припахиванием 15-сантиметрового слоя торфа (8).

Положительный эффект оптимизации лучше всего проявился на почвенных делянках с дозой внесения связной супеси 2 250 т/га. На второй год после оптимизации в пахотном горизонте содержалось 24,5 % физической глины и 6,0 % гумуса, что соответствовало расчетным параметрам. В течение последующих лет происходила гомогенизация пахотного горизонта, он приобретал темно-серый цвет и рыхлокомковатую структуру, приближаясь по своим свойствам к дерновой легкосуглинистой почве.

Внесение минерального грунта оказало положительное влияние практически на все показатели водно-физических свойств: снизилась влажность, порозность и степень аэрации пахотного горизонта. Сглаживание колебаний влажности оптимизированной почвы по сезонам свидетельствовало о стабилизации ее водного режима. Оптимизация привела к улучшению и стабилизации теплового режима торфяной почвы. Амплитуды суточных температур оптимизированной почвы были на $5 - 8$ °С меньше, а среднесуточные температуры на $2 - 3$ °С выше, чем на контроле. Соответственно оказались выше и тепловые ресурсы почвы – сумма активных температур на глубине 10 см увеличилась на $250 - 300$ °С [1].

Изменение баланса органических и минеральных компонентов в результате оптимизации привело к изменению направленности почвообразовательного процесса, что, в свою очередь, увеличило содержание и доступность питательных веществ. На участках с землеванием отмечалось смещение обменной кислотности в сторону слабокислой реакции среды и одновременно повышение степени насыщенности основаниями. Внесение минеральных удобрений в оптимизированную почву способствовало увеличению запасов соединений азота, фосфора, калия, закрепляемых органо-минеральными комплексами, причем содержание рыхлосвязанных и легкодоступных для растений форм этих элементов было более высоким, чем в торфяной почве. Отмечалось также снижение

Влияние оптимизации на продуктивность 8-польного севооборота

Варианты опыта (фон + супесь)	Урожай, ц/га				Продуктивность культур севооборота, ц к. е./га				Продуктивность севооборота ц к. е./га	На 1 га пашни	Прибавка	
	картофель, клубни	ячмень, зерно	мн. травы, сено	озимая рожь, зерно	картофель	ячмень	мн. травы	озимая рожь			ц/га	%
Фон + 1500 т/га	308,2	49,4	123,3	53,3	92,5	71,1	314,4	76,8	554,8	69,3	10,3	17,4
Фон + 2250 т/га	332,7	53,4	135,9	54,5	99,8	76,9	346,5	78,5	601,7	75,2	16,2	27,3

* картофель— $N_{60}P_{60}K_{x240} + 10$ т/га компоста; ячмень— $P_{90}K_{x180}$; многолетние травы— $N_{90}P_{90}K_{x180}$; озимая рожь— $N_{30}P_{90}K_{x180} + N_{60}$ весной.

минерализации органического вещества, что объясняется образованием биохимически устойчивых глино-гумусовых веществ в результате увеличения содержания физической глины в почве [9].

В микробоценозах оптимизированной почвы получили развитие нитрифицирующие бактерии, азотбактер, в то же время наблюдалось снижение численности некоторых эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в минерализации органического вещества [10].

Улучшение морфологических, водно-физических и агрохимических свойств оптимизированной почвы сказалось на урожае выращиваемых культур. Урожай картофеля в восьмипольном севообороте увеличивался на 97,5 ц/га, ячменя – на 13,2 ц/га, многолетних трав – на 26,9 ц/га, озимой ржи – на 8,6 ц/га. Прибавка продуктивности севооборота в пересчете на 1 га пашни составила 16,2 ц к. е./га или 27,3 % от продуктивности севооборота фоновой неоптимизированной почвы (таблица 1). Существенно улучшились и качественные показатели сельскохозяйственных культур, особенно содержание и сбор крахмала и белка [11].

Проведенные исследования убедительно свидетельствуют о том, что оптимизация торфяных почв путем разового внесения слоя сухой связной супеси перегнойного горизонта в дозах 1500 и 2250 т/га предотвращает ветровую и водную эрозию почв, резко снижает биохимическую минерализацию и сработку торфа, улучшает микроклимат, существенно снижает вредное влияние весенних и осенних заморозков, создает однородный почвенный покров, упрощает уборку урожая, повышает эффективность минеральных удобрений, способствует росту эффективного и стабилизации потенциального плодородия почв.

Нами рассмотрен лишь один из способов оптимизации почв, а именно землевание торфяных почв. Дальнейшее развитие теории оптимизации видится нам в свете поиска и разработки новых способов оптимизации почв, исходя из специфики каждого конкретного типа природной среды.

Список литературы

1. Иванов Н. П., Ковриго П. А., Куликов Я. К., Макрицкий А. М., Чубаков А. С. Оптимизация мелиорированных почв и их охрана. Мн., 1985.
2. Иванов Н. П., Ковриго П. А., Галай Е. И. //Сельское хозяйство Белоруссии. 1988. № 1. С. 9.
3. Иванов Н. П., Кудло Т. А. //Мелиорация и водное хозяйство. 1988. № 12. С. 52.
4. Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Колешко О. И. //Проблемы Полесья. Мн., 1990. Вып. 13. С.128.
5. Иванов Н. П., Малашенков В. Ю. //Проблемы сохранения почвенного плодородия. Пенза, 1992. С. 109.
6. Исаченко А. Г. Оптимизация природной среды. М., 1980.
7. Медведев А. Г. Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии. Мн., 1981. С. 71.
8. Медведев А. Г., Горблюк А. В., Иванов Н. П., Шабанова В. И. //Проблемы Полесья. Мн., 1981. Вып. 7. С. 79.
9. Лиштван И. И., Дударчик В. М., Бамбалов Н. Н., Юркевич Е. А. //Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 5. С. 86.
10. Колешко О. И., Иванов Н. П., Ронкина Н. В., Чубаков А. С. //Микробиологический журнал. Киев, 1988. Т. 50, № 1.
11. Чертко Н. К., Иванов Н. П., Липская Г. А. //Агрохимия. 1988. № 12. С. 37.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТерКСОП МИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

An ecological and geographical conception of territorial combined scheme of the nature protection (TCSNP) for the Minsk agglomeration's is proposed on the basis of basis of V. I. Vernadsky's idea of the biosphere to the noosphere transition.

Обострение эколого-географической ситуации на территории Минской агломерации (МА) вызвало значительную активизацию научных и проектных работ. К последнему типу относится «Комплексная схема охраны природы г. Минска и прилегающей территории на период до 2000 г.», утвержденная Мингорисполкомом в 1988 г.

В разработке ТерКСОП г. Минска принимали участие специалисты многих научных учреждений и направлений без единого методологического подхода, что и предопределило необходимость дальнейшего совершенствования Схемы. В частности, в Схеме 1988 г. не были приняты во внимание такие взаимосвязанные понятия, как экологическая ситуация и техногенная нагрузка, экологический потенциал и репродуктивная емкость ландшафта и др.

Современные исследования в области природопользования, оптимизации и охраны окружающей природной среды связаны, прежде всего, с экологизацией географической науки; ставится вопрос и о «географизации» экологии как непереносимом условии ее научной основы.

Проследив истоки возникновения экологических проблем (от Геккеля, 1866), а именно хозяйственную деятельность и их реакцию на изменение среды обитания, А. Г. Исаченко считает, что «география больше других наук подготовлена к разработке основ экологической концепции», и в качестве общей платформы исследований предложил «ландшафтную концепцию, или учение о геосистемах» [1].

Исследования по экологической тематике еще раньше рассматривались как стержневое направление современной географии [2, 3].

Итак, основным концептуальным положением по разработке стратегии развития МА становятся воспроизводство природных ресурсов и охрана окружающей среды, а рациональное комплексное природопользование основывается на ландшафтном подходе.

Как природный комплекс (система) ландшафт обладает значительно большей устойчивостью, чем составляющие его компоненты и элементы. При этом рационализация природопользования с сохранением устойчивости ландшафтов предполагает использование природных ресурсов в их сочетании, а не по отдельности, т. е. всего природно-ресурсного потенциала. В социально-экономическом плане ландшафт рассматривается в виде естественной пространственной системы, располагающей определенными возможностями для хозяйственной деятельности. Иными словами, природопользование должно «вписываться» в структуру и функционирование ландшафта, создавая в итоге природно-антропогенную (или эколого-хозяйственную) систему. Таким образом, в условиях МА речь идет о создании культурного высокопроизводительного ландшафта – устойчивого, управляемого и эстетически привлекательного. В связи с этим научно обоснованная организация территории МА (как и любого района) должна опираться на концепцию эколого-хозяйственного баланса – соотношения ее совокупной антропогенной нагрузки и природных возможностей, что основано на идее перехода биосферы в ноосферу, впервые предложенной В. И. Вернадским [4].

В настоящее время ландшафтные подходы в землеустройстве и районной планировке МА практически игнорируются. В землеустройстве не уделяется серьезного внимания формированию таких важных элементов культурного сельскохозяйственного ландшафта, как оптимальные размеры пахотных угодий, переходные буферные участки, экологически

приемлемые пропорции между различными видами использования земельных ресурсов и т. д.

Коренной реорганизации подлежит пригородная и зеленая зоны МА, где сейчас, наряду с объектами рекреационного профиля (лесопарки, пансионаты, мотели, кемпинги, лечебно-профилактические и спортивные учреждения и т. п.), допускается и размещение объектов, связанных с обслуживанием города (склады, очистные сооружения, свалки промышленных и бытовых отходов и т. п.). В структуре землепользования доминирующее положение занимают сельскохозяйственные площади, часть которых подвержена разрушительной эрозии; а лесистость территории (весьма ограниченная) сохраняется практически на одном уровне; мало внимания уделяется охране исторически ценных ландшафтов как национального культурного достояния и т. д.

Границы зеленой зоны для Москвы, Санкт-Петербурга и Киева охватывают всю территорию одноименных административных областей. У Минска она существенно ниже и составляет всего 11 тыс. м², ограничиваясь радиусом 50 – 80 км; внутренняя часть зеленой зоны (лесопарковый пояс) радиусом 15 – 25 км практически расположена в границах Минского административного района (площадь снижается на 100 га ежегодно).

Вопросы рационального использования земельных, лесных и водных ресурсов МА требуют своего практического, научно обоснованного решения, что наиболее успешно может быть реализовано на основе эколого-географического картографирования с применением компьютерной технологии.

Список литературы

1. И с а ч е н к о А. Г.//Изв. ВГО. 1990. Т. 122. Вып. 4.
2. С о ч а в а В. И.//Материалы V съезда ГО СССР. Л., 1870.
3. Г е р а с и м о в И. П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М., 1985.
4. В е р н а д с к и й В. И. Биосфера и ноосфера. М., 1989.

НОВОЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

УДК 378:371.2

Т. Н. ВОРОБЬЕВА

МЕСТО И РОЛЬ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ (на примере химических дисциплин)

The merits, shortcomings and the place in high school education of different forms of current student knowledge control are compared on the example of education process organization at the Department of inorganic chemistry of Byelorussian State University. The reasons of the specific place of test control and its possibilities are shown, the scientific principles of test's composition and the ways of ultimate and efficient realization of the teaching function of knowledge control are described.

Одной из отличительных особенностей современного учебного процесса является то, что объем подлежащей изучению информации постоянно возрастает и ее освоение становится невозможным без оптимизации управления процессом обучения. Другой отличительной чертой учебного процесса является необходимость его организации таким образом, чтобы выполнялась задача подготовки специалиста, обладающего не только багажом знаний, но и комплексом навыков и умений, в том числе умением самостоятельно пополнять и обогащать свои знания. Возрастают требования к контролю знаний* и все более насущной становится необходимость активного воздействия контроля на процесс обучения. Выполняя обучающую функцию, контроль знаний призван помочь студенту усвоить информацию, совершенствовать его познавательную деятельность и вырабатывать умение реализовать знания, навыки на практике. Усложненная с учетом современных требований схема учебного процесса приведена ниже.

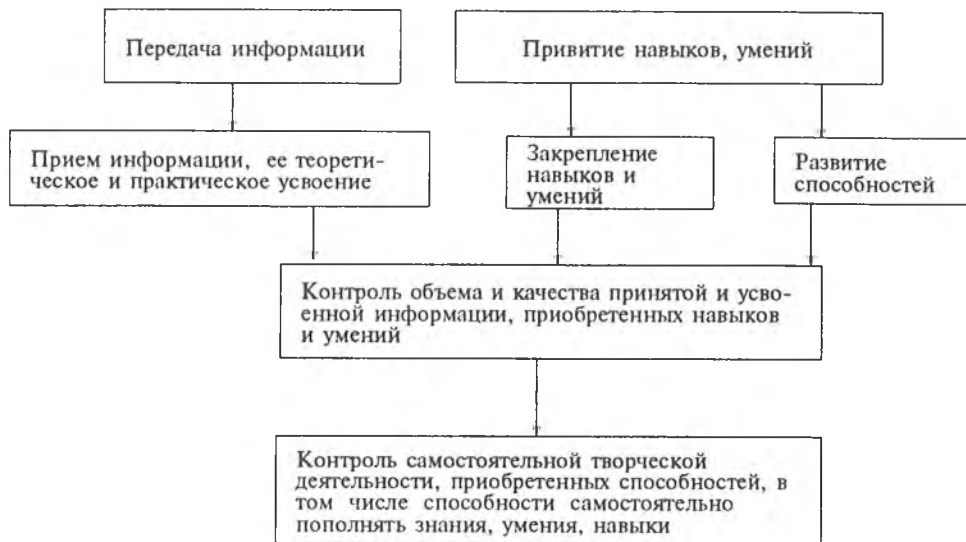
Преподаватели кафедры неорганической химии Белгосуниверситета в течение ряда лет занимаются проблемой организации эффективного контроля знаний при выполнении сложных обучающих функций. В настоящей статье обобщен опыт использования и определено место в учебном процессе одной из наиболее быстрых и надежных форм контроля знаний – тестового контроля. Такой опыт является полезным не только при подготовке студентов по специальности «Химия», но может быть распространен на процесс обучения любым естественнонаучным дисциплинам. Возможность и полезность распространения научно обоснованного и экспериментально апробированного опыта тестового контроля знаний студентов вытекает из роли достоинств и недостатков тестирования и принципов его организации.

Особое, но не исключительное место тестовой формы контроля знаний в учебном процессе связано с комплексом достоинств и недостатков тестирования в сравнении с другими способами проверки уровня знаний, навыков и умений. В таблице сравниваются используемые в учебном процессе, обеспечиваемом преподавательским коллективом ка-

* В дальнейшем будем пользоваться упрощенным термином «контроль знаний», подразумевая не только проверку знаний, но и контроль умений, навыков, способностей, подготовленность к практической, в том числе и творческой деятельности.

федры неорганической химии, различные формы контроля знаний студентов. Из этого сопоставления следует, что тестовая форма имеет наибольшее число достоинств и минимальное число недостатков. Тем не менее наличие последних (в их числе возможность угадывания ответов и запоминания ошибочной информации, затруднения в развитии у студентов логики мышления и умения красиво излагать мысль) свидетельствуют о необходимости сочетать разные формы контроля с различной частотой. Более того, требование выработать у студентов определенный комплекс умений и навыков также предполагает необходимость организации учебного процесса в различных формах и соответственно разнообразия форм контроля результатов деятельности студентов [1].

Схема, иллюстрирующая место и назначение контроля знаний студентов в учебном процессе в современных условиях



Важнейшим моментом в обучении является приобретение навыков решения задач по химии, написания уравнений химических реакций, выработка умений применять теоретические знания для анализа, объяснения и прогнозирования явлений. Контроль выработанных навыков и умений проводится во время практических занятий, при проверке домашних заданий. Преподавателями кафедры составлен ряд сборников задач и упражнений по программам средней школы и вузов химических и нехимических специальностей [2 – 10], а также методических указаний и пособий по проблемам обучения решению задач с применением программируемых микрокалькуляторов [8,11 – 15].

Различные формы контроля с максимальным использованием возможностей его обучающей функции применяются преподавателями кафедры на семинарских занятиях. Последние проводятся в разных формах: традиционный устный опрос, дискуссии, заслушивание и обсуждение докладов, деловые игры, методика организации которых описана в работах [16 – 19]. Подготовка к семинарским, практическим и другим занятиям осуществляется в активной форме с использованием методических разработок преподавателей кафедры. Это и развернутые программы [20 – 24], и вопросы к семинарским занятиям [25, 26], причем отбор материала для изучения и контроля проводится в соответствии с вполне определенными и специально разработанными критериями [27, 28].

Обучающий контроль знаний, навыков, умений студентов используется на лабораторных занятиях. Для успешной подготовки к ним на кафедре разработан ряд методических пособий [29 – 35]. Используя их, студенты отчетливо представляют объем и уровень знаний, умений, навыков, которые осваиваются при выполнении того или иного задания.

Пособия помогают осуществлять самоконтроль подготовки к работе и качества ее выполнения. Учитывая необходимость развития у студентов творческих способностей и контроля их наличия и уровня, большое внимание на занятиях, проводимых преподавателями кафедры, уделяется экспериментальным заданиям исследовательского характера [17, 19, 36, 37]. Особенный интерес представляет широко используемая на старших курсах учебно-исследовательская работа студентов, выполняемая индивидуально по плану, разработанному руководителем нередко совместно с самим студентом. Такая работа, как правило, является частью научно-исследовательских работ, выполняемых на кафедре неорганической химии или в родственных с ней подразделениях НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета под руководством преподавателей и научных сотрудников. Контроль качества работы, объема и уровня знаний, навыков и умений, приобретенных студентами в процессе такой работы, осуществляется рецензентом, изучающим текст работы, и комиссией, заслушивающей устный доклад и ответы на вопросы. Подробнее методика организации учебно-исследовательской работы студентов на кафедре описана в работах [36 – 38].

Достоинства (+) и недостатки (—) используемых в учебном процессе на кафедре неорганической химии форм контроля знаний студентов

Требование	Форма текущего контроля							
	традиционный вопрос	решение задач	тесты	рефераты, доклады	контр. с открытой книгой	домашнее задание	коллоквиумы	исследовательская работа
Объективность	—	+	+	—	—	—	—	+ —
Возможность полно охватить изучаемый материал	—	—	+	—	—	+ —	+ —	+ —
Разные уровни сложности	+	+	+	—	—	+	+	+ —
Быстрая обратная связь	+ (устн.) — (письм.)	+ —	+	— +	—	—	+	—
Обучающая функция	+	+	++	+	+	+	+	++
Развитие навыков, умений, способностей	+ —	+	+	+	+	+	+ —	++
Конкретность глубины и объема	—	+	+	—	—	—	—	— +
Быстрота и производительность контроля	—	— +	+	—	—	—	—	—
Возможность самооценки	—	+	+	—	—	+ —	—	—
Использование на занятиях любых видов	+	—	+	—	—	—	—	—
Отсутствие вероятности угадывания ответа	+	+	—	+	+	+	+	+
Отсутствие возможности списывания	+ —	+ —	+ (маш.) — (безмаш.)	—	—	—	+ —	+ —
Отсутствие запоминания ошибок	+ —	+ —	+ —	+ —	+ —	+ —	+ —	+ —
Проверка логики мышления	+	+	+ —	+ —	+	+ —	+	+
Использование памяти на разных уровнях	+	—	—	—	—	—	+	—
Контроль умения красиво и четко излагать мысль	+	—	—	+ +	+	+ —	+	+
Валидность, т. е. соответствие контроля целям и задачам обучения в данной отрасли знаний	+	+ —	+	+ —	+ —	+ —	+	+ —

На протяжении многих лет преподавателями и сотрудниками кафедры разрабатывалась методология использования классов ЭВОС, а позднее АТОС в учебном процессе по общей и неорганической химии. Был создан банк программ и выработан опыт применения ЭВМ для контроля знаний [39 – 47]. Большинство программ для классов АОС, разрабатываемых несколько лет назад, предполагало самостоятельное конструирование ответов студентами, а задаваемые вопросы относились к различным уровням сложности. Создание таких программ требовало больших усилий и затрат времени преподавателя, поэтому их накопление происходило медленно. Затруднял организацию учебного процесса в общеуниверситетских классах АТОС лимит машинного времени. Приобретенный в этих классах опыт позволил организовать занятия на химическом факультете в собственном компьютерном классе на базе комплекта машин ЕС-1841. В нем проводятся систематические занятия со студентами по преобразованным из прежних или по специально созданным новым контролирующим и обучающим программам. Они охватывают основные разделы курсов неорганической химии, химии твердого тела, кристаллохимии, некоторые спецкурсы. Созданы программы, предусматривающие занятия по ряду разделов курса химии средней школы. Предпочтительной формой диалога студента с машиной в современных программах является форма выбора из множества, или машинное тестирование, которое сочетается с небольшим количеством комментариев типа поправок, подсказок, верных решений и поощрений.

Опыт работы кафедры наглядно показал, что современный учебный процесс невозможен без тестирования как формы контроля, способа обучения и самообучения в машинном и в безмашинном вариантах, который используется на учебных занятиях любых видов, а также для самоподготовки как с пособиями-тренажерами, так и в компьютерном классе. В немалой степени благодаря тестовому контролю текущий контроль знаний стал неотъемлемой частью процесса обучения, звеном, помогающим студенту переходить от пассивного усвоения информации к активному владению ею на уровне практического применения знаний, умений, навыков. Столь важное, хотя и не исключительное, место тестового контроля в учебном процессе в высшей школе связано с рядом его достоинств, подробнее описанных в работах [48 – 52] и указанных в таблице.

Тестовый контроль является наиболее объективной формой, поскольку исключает непосредственную, сиюминутную, связь между студентом и преподавателем, а значит, и влияние взаимных симпатий, антипатий, нервозности, возникающую от непосредственного контакта студента с преподавателем. Более того, результаты контроля объективно оцениваются статистически и оцениваются на основе заранее выработанных норм, что полностью исключает необъективность оценки знаний. Тестирование облегчает переход к рейтинговой системе оценки знаний, которая, как показывает опыт работы кафедры неорганической химии по внедрению элементов этой системы, эффективно стимулирует желание студентов учиться и контролировать свой уровень знаний.

Важным достоинством тестирования является возможность быстро контролировать большие и малые группы студентов, освобождая преподавателя от значительных затрат труда и времени на проверку контрольных работ. Тестирование экономит и время студентов, затрачиваемое на конструирование ответов при выполнении традиционных контрольных работ. Насколько указанная экономия времени преподавателя и студента эффективна, можно видеть из следующего примера. Для устного опроса группы в 12 человек необходимо затратить 2 ч, уделяя каждому студенту 10 мин, причем за это время можно в лучшем случае успеть проверить знания не более чем по пяти-шести небольшим вопросам или по одному-двум большим. При плохом знании студентов длительность их ответов с учетом задержек на обдумывание, исправление ошибок и дискуссию еще более увеличивается. При тестовом безмашинном контроле каждый из студентов за эти же два часа отвечает на 35 – 90 достаточно больших, различных по глубине вопросов, проверяющих не только память, но и умение решать конкретные задачи,

применять знания к решению практических проблем, умение анализировать и делать обобщения.

Увеличение производительности контроля знаний при его проведении в тестовой форме позволяет контролировать большой объем материала, разнообразить глубину и уровень задаваемых вопросов и ответов, проверять не только багаж знаний, но и навыки их применения для решения различных практических задач, умение правильно анализировать, ориентироваться в приобретенных знаниях. В тестовой контрольной работе студенту можно показать также пути его познания, заставляя отличать факт от теории, первичное от вторичного, различать дедуктивный и индуктивный способы познания и т. д.

Примером теста, развивающего и проверяющего знания о процессе познания, может быть следующая: «Объясните, откуда мы знаем, что точка замерзания воды 0 °С?» Варианты ответов: 1) измерили точным термометром, 2) условились об этом*, 3) вычислили эту температуру, 4) определили относительно температуры кипения. Важность специального заострения внимания обучаемых на проблемах процесса познания и логики очевидна, и вместе с тем следует отметить, что в традиционном контроле знаний этот момент в большинстве случаев упускается. Причины – нехватка времени на опрос, неочевидность глубины и объема требуемого от студента ответа, конструируемого им самостоятельно; сильно затруднена также четкая, грамотная постановка вопроса, придающая ему острую направленность: согласитесь, что при отсутствии выбора ответов в предложенном выше тесте далеко не все придумали бы правильный ответ сами, но выбрать его из перечня легче, так как понятно, в каком направлении следует мыслить.

Повышение производительности труда при тестовом контроле в период проверки и оценки работы обеспечивает создание быстрой обратной связи между студентами и преподавателем. В результате студенты имеют ясное представление о своих успехах и неудачах, а также о причинах неудач. Кроме того, сведения о своем прогрессе в учебе студент получает незамедлительно после контроля, когда желание узнать оценку своей деятельности особенно велико. Таким образом, быстрота получения результатов как в машинном, так и в безмашинном вариантах тестирования позволяет преподавателю использовать наиболее благоприятные психологические моменты для воздействия на студентов.

Одно из достоинств тестирования заключается в том, что оно является наиболее предпочтительной формой контроля знаний для студентов. В любых группах, по любым предметам студенты более охотно выполняют тестовую контрольную работу, чем традиционную. Причинами этого являются уже названные объективность тестирования, исключение влияния на оценку случайного незнания (поскольку велик объем проверенного материала), высокая производительность работы, а также возможность отвечать с удобной для данного студента скоростью (особенно в машинном варианте), отсутствие необходимости тратить время и силы на конструирование ответов и, наконец, использование памяти на уровне процессов узнавания, а не собственного припоминания. В качестве одного из самых важных достоинств тестирования студенты отмечают конкретность и точность формулировок вопросов и ответов, в то время как при традиционных методах контроля причиной снижения оценки часто оказывается недопонимание студентом вопроса, неочевидность глубины и объема ответа.

Вопрос о том, достоинством или недостатком является использование при тестировании памяти на уровне процессов узнавания, довольно спорный. В последнее время в учебном процессе все более насущной становится проблема отбора материала, предназначенного для изучения, и разграничения в нем информации для ознакомления, понимания, хранения в долгосрочной памяти на разных ее уровнях [27, 28]. Запоминание информации все более заменяется навыками, умениями, в особенности умением самостоятельно обогащать знания на базе определенного, хранимого в долгосрочной памяти багажа знаний [1, 50].

* Звездочкой помечается верный ответ.

Более широкое распространение тестирования для контроля знаний никоим образом не нарушает эти тенденции.

Тестирование выгодно отличается от других форм контроля знаний легкостью проведения статистической обработки результатов, поскольку велика производительность контроля, а значит, могут быть богатыми статистические данные. Кроме того, в отличие от обработки результатов других форм контроля статистическая обработка тестов хорошо изучена [48 – 51, 53]. Статистическая обработка результатов тестирования позволяет довольно эффективно изучать различные методические проблемы преподавания: например, сравнение различных групп студентов, способов и уровней обучения, анализ качества отдельных вопросов (степень трудности, способность различить плохо и хорошо подготовленных студентов), определять усваиваемость подразделов темы. Тестирование дает богатейший материал для индивидуальной работы со студентами, так как не только указывает на неусвоенные вопросы, но характеризует также уровень мышления. Повторение тестирования после учета замечаний преподавателя позволяет студенту оценить верность выбранного им пути изучения данной темы, наличие и степень своего прогресса. Последнее особенно легко осуществлять при машинном тестировании.

Для того, чтобы указанные достоинства тестирования проявлялись в полной мере, а недостатки, присущие этому методу (см. таблицу), были по возможности уменьшены, необходимо составление объективных, надежных и грамотных тестов. Процесс их составления требует знания научных основ тестирования, высочайшей компетентности преподавателя в предмете и, пожалуй, некоторой изобретательности, неординарности мышления, а также предвидения способа мышления и возможных ошибок студентов. Кроме того, следует быть готовым к большим затратам труда и времени. Опыт тестирования за рубежом [51], а также накопленный за последнее десятилетие на кафедре неорганической химии [17, 19, 52 – 57] свидетельствует о необходимости работы над составлением теста коллектива преподавателей. Лишь в таком случае тестирование выполняет возложенные на него задачи. Некомпетентное тестирование, наличие в тестах ошибок, использование вопросов одного уровня сложности, однообразные формулировки, неочевидность выбора правильного ответа из множества или наличие неопределенного множества подлежащих выбору ответов на один и тот же вопрос приносят вреда больше, чем сходные недостатки при традиционных формах контроля. Для составления наиболее объективного и компетентного теста можно рекомендовать оптимальный путь работы, включающий следующие этапы [51]:

1. Подбор авторского коллектива.
2. Определение целей и задач тестирования.
3. Двухмерный анализ будущего теста: определение глубины и обширности содержания, а также типов вопросов, охватывающих разные уровни контроля знаний.
4. Установление суммарного числа вопросов, количества предлагаемых в выборе ответов, числа вопросов каждого из уровней: а) знание определений и фактов, б) умение применять принципы, в) проведение количественных расчетов, решение задач или написание уравнений, г) понимание, объяснение, анализ теорий.
5. Составление нужного, а лучше – превышающего нужное в 1,5 раза, числа вопросов в традиционной форме; подбор к ним возможных ответов в форме выбора одного из множества.
6. Экспериментальная проверка теста путем контроля знаний одной или нескольких групп студентов.
7. Статистическая обработка результатов тестирования и определения критериев оценки.
8. Корректирование и доработка теста (замена отдельных вопросов и ответов, их усложнение или, наоборот, упрощение, исправление формулировок и т. п.).

Основные принципы составления вопросов и ответов вкратце можно свести к следующему: необходимо избегать включения сложных словесных оборотов и лишних слов, отрицания в постановке вопроса, исключая друг друга ответы, неверных ответов с грубыми ошибками,

стереотипности в построении ответов и вопросов; все неправильные ответы должны быть правдоподобными, лишь один ответ должен быть наиболее верным, полным и точным*, оптимальное количество ответов в выборе должно равняться четырем-пяти. В этом случае вероятность угадывания невелика, а большее количество ответов, существенно не влияя на вероятность угадывания, загромождает тест лишним текстом, затрудняет анализ ответов и выбор верного. Особо следует подчеркнуть, что в правильности и единственности верного ответа не должно быть сомнения даже у самого строгого критика.

В случаях, когда правильных ответов несколько, а ответить можно коротко (одним словом, формулой, цифрой), следует предложить выбор из нескольких перечней, лишь в одном из которых все перечисленное является правильным. Примером может быть следующий тест.

В каком ряду все указанные газы ядовиты?

1) CO , Cl_2 , H_2S , NO_2 ;* 2) Ar , Ne , CH_4 , SO_2 ; 3) N_2 , CO_2 , He , O_2 ; 4) O_2 , H_2 , NH_3 , F_2 ; 5) AsH_3 , NO , O_2 , N_2 . Удачными вариантами вопросов являются формулировки, предусматривающие выбор определенной последовательности каких-либо фактов, цифр из нескольких наборов. Примером могут быть вопросы типа: «Укажите ряд, в котором соединения расположены в порядке увеличения гидролиземости», или «В каком ряду возрастает радиус атомов?» Ответ на такие вопросы требует владения материалом на уровне (б), указанном выше. Допускаются формулировки вопросов типа: «Укажите неверный ответ» или «Что из перечисленного ошибочно?»

Интересным вариантом является тест, в котором предлагается выбрать рисунок или кривую, отражающую определенную зависимость, закономерность, например: «Укажите схему правильно собранного для опыта прибора» или «Укажите кривую, правильно отражающую изменение $\Delta G_{\text{обр}}$ в ряду оксидов $\text{CrO}_3 - \text{MoO}_3$ ».

Тестовая форма контроля знаний на кафедре в силу ряда вышеуказанных достоинств используется значительно более широко и охватывает подавляющую часть курса неорганической химии. Так, разработано 10 тестовых контрольных работ: по атомно-молекулярному учению, по проблемам химической связи, по р-элементам IV, V, VI и VII групп, по s-элементам, по d-элементам периодической системы, по технике безопасности работы в лаборатории, предзачетная работа по лабораторному практикуму. Тестовые контрольные работы по теоретическим разделам курса неорганической химии включают по 35 – 50 вопросов и рассчитаны на 90 мин. Тестовая контрольная работа по атомно-молекулярному учению проводится в самом начале I семестра и предназначена для выявления сильных, средних и слабых студентов, что позволяет перераспределить студентов по группам со сходной подготовкой и дать им индивидуальные рекомендации по совершенствованию знаний. Ряд тестовых контрольных работ заложен в память ЭВМ в компьютерном классе. Возможность случайного выбора вопросов и ответов позволяет в этом случае давать множество вариантов работ по одной и той же теме; повторение тестирования в машинном варианте играет роль тренинга студентов.

Значительную роль в учебном процессе играют тесты-допуски к лабораторным работам, используемые на занятиях по неорганической химии. Тест включает 8 – 12 вопросов, ответы на которые занимают у студента около 15 мин из шестичасового лабораторного занятия. При ответе контролируется не только подготовка студента по данному разделу программы, но и знания в области экспериментальной химии, осмысливается ход предстоящего эксперимента, анализируется сущность и причины явлений, которые будут наблюдаться студентом. Важным моментом является также проверка с помощью такого теста знания техники безопасности и уравнений химических реакций, связанных с

* В зарубежной литературе [51] рекомендуется давать в выборе из множества лишь один верный (либо наиболее полный, точный и соответствующий вопросу) ответ, так как это облегчает статистическую обработку результатов тестирования и упорядочивает, делает более целенаправленной работу студента.

заданной работой, проведение расчетов для подбора нужного количества реагентов. Проверка вопросов в традиционной форме должна проводиться обязательно, но она занимает очень много времени и, как правило, не может быть полной и достаточно глубокой. Оценка по тесту выдается в форме разрешения приступить к эксперименту. В случае недостаточной готовности студент дополнительно изучает плохо усвоенный им вопрос и допускается к работе только после повторного тестирования.

Контрольные работы в тестовой форме подготовлены не только по неорганической химии, но и по ряду курируемых кафедрой других предметов: кристаллохимии, химии твердого тела, по спецкурсам. Применение тестовой формы контроля знаний приносит большую пользу при изучении тех предметов специализации, по которым учебным планом предусматриваются в основном лишь лекционные занятия. К таким спецкурсам относятся, например, «Материалы электронной техники» для специализации «Химия полупроводников» или «Химия твердого тела» для студентов педагогического отделения, специализирующихся по неорганической химии. Тестовая проверка, проводимая во время лекции, отнимает мало времени: тестовая контрольная работа из 10–15 вопросов требует около 30 мин, а контроль осуществляется в среднем раз в пять занятий. Достаточно частый контроль дисциплинирует студентов, побуждает их работать систематически и активно усваивать изучаемую информацию на уровне понимания и владения принципами, теориями.

Тестирование помогает сделать ряд занятий более интересными и насыщенными. Например, на первом занятии первокурсников в химической лаборатории требуется ознакомление их с правилами техники безопасности, без знания которых они не имеют права приступать к работе в лаборатории. Традиционный контроль может быть только выборочным и далеко не полным, поскольку невозможно проконтролировать подготовку группы студентов из 12 и более человек по двум-трем десяткам вопросов. Незнание же любого из них может привести к несчастному случаю при экспериментальной работе. Эти затруднения устраняются при тестовом контроле группы студентов, включающем все необходимые вопросы, причем контролируемые не просто запоминание, а понимание фактов и явлений.

Интересно отметить, что в безмашинном варианте тестирования преподаватели кафедры встретились с трудностями, связанными со списыванием: списать номера правильных ответов гораздо легче, чем сам ответ при традиционном контроле знаний. Создание большого числа вариантов каждой из тестовых контрольных работ долгое время затруднялось не только чрезмерными затратами труда преподавателей, но и трудностями размножения текстов контрольных работ. Лишь в течение нескольких лет кафедра смогла накопить банк тестовых контрольных работ, изданных в виде брошюр ротационным способом и предназначенных исключительно для преподавателей. Машинное тестирование, несомненно, значительно более удобно. В этом случае варианты работ генерируются ЭВМ, а проблема размножения тестов отсутствует и списывание становится невозможным.

Важно подчеркнуть, что созданная на кафедре неорганической химии система тестового контроля знаний студентов обеспечивает слаженную работу всего преподавательского коллектива, одинаково высокий уровень обучения в группах студентов, курируемых разными преподавателями, единство требований как к студентам, так и к преподавателям. Последнее очевидно, поскольку более низкие оценки по каким-либо разделам курса в конкретной студенческой группе (с учетом единых критериев оценки тестовых работ для всего потока) могут свидетельствовать о недочетах в методике преподавания данного раздела учебного курса.

Эффективность применяемой системы контроля знаний студентов, в которой наибольшая доля приходится на тестовую форму, подтверждается по неорганической химии через два-три года после изучения, а также знаниями студентов, выявляемыми на государственном экзамене.

Работа по составлению новых тестовых контрольных работ по улучшению их качества и внедрению в машинном варианте продолжается на кафедре в настоящее время и является хорошей школой совершенствования всего преподавательского коллектива.

Список литературы

1. Свиридов В. В., Попкович Г. А. // Сб. метод. материалов по вопросу преподавания химии в высшей школе республики. Мн., 1985. С. 19. Ротапринт.
2. Адамович Т. П., Васильева Г. И., Попкович Г. А., Улазова А. Р. // Сб. упражнений и усложненных задач с решениями по химии. Мн., 1979.
3. Адамович Т. П., Васильева Г. И., Мечковский Л. А., Станишевский Л. С. // Сб. олимпиадных задач по химии. Мн., 1980.
4. Свиридов В. В., Васильева Г. И., Улазова А. Р., Малишевская Л. И. // Сб. вопр. и упражнений по неорганической химии. Мн., 1967.
5. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Васильева Г. И. // Задачи и упражнения по общей и неорганической химии. Мн., 1981. 2-е изд.
6. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Адамович Т. П., Васильева Г. И. // Задачи и упражнения по неорганической химии (пособ. для учителей и учащихся ср. школы). М., 1981; Сб. задач и упражнений по неорганической химии. Мн., 1985.
7. Адамович Т. П., Васильева Г. И., Попкович Г. А., Улазова А. Р. // Задачи по разделу химической термодинамики в курсе неорганической химии для студентов 1 курса. Мн., 1969. Ротапринт БГУ.
8. Максимова С. Г., Орлик Ю. Г., Майборода В. Д. // Упражнения для решения задач на программируемых микрокалькуляторах по курсу общей и неорганической химии для студентов специальности 2018. Мн., 1985. Ротапринт БГУ.
9. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Васильева Г. И. // Задачи и упражнения по химической термодинамике и кинетике. Мн., 1975. Ротапринт БГУ.
10. Адамович Т. П., Нечепуренко Ю. В. // Самостоятельные задания по химии для учащихся США. Мн., 1977; 1978. Ротапринт.
11. Свиридов В. В., Майборода В. Д., Максимова С. Г., Орлик Ю. Г. // Применение автоматизированных обучающих систем в учебном процессе: Тез. докл. Межзон. науч.-метод. конф. Декабрь 1984 г. Мн., 1984. С. 116.
12. Майборода В. Д., Максимова С. Г., Орлик Ю. Г. // Метод. указания по решению задач на программируемых калькуляторах по курсу общей и неорганической химии для студентов специальности 2018. Мн., 1984. Ротапринт БГУ.
13. Свиридов В. В., Майборода В. Д., Максимова С. Г. // Сб. метод. материалов по вопросу преподавания химии в высшей школе республики. Мн., 1983. Ротапринт БГУ. С. 72.
14. Максимова С. Г., Орлик Ю. Г. // Там же. 1985. С. 104.
15. Майборода В. Д., Орлик Ю. Г. // Там же. 1987. С. 101.
16. Адамович Т. П. // Науч. организация учебного процесса: Тез. докл. науч.-метод. конф. профессорско-преподавательского состава, посвященная 60-летию университета. Декабрь 1981 г. Мн., 1981. С. 26.
17. Воробьева Т. Н., Каратаева Т. П. // Совершенствование планирования и организации самостоятельной работы студентов: Сб. трудов Всесоюз. науч.-метод. конф. Мн., 1987. С. 98.
18. Воробьева Т. Н. // Актуальные проблемы организации учебного процесса: Сб. трудов науч.-метод. конф. БГУ. Мн., 1987. С. 49.
19. Воробьева Т. Н. // Сб. метод. материалов по вопросу преподавания химии в высшей школе республики. Мн., 1987. С. 80. Ротапринт.
20. Адамович Т. П., Свиридов В. В., Васильева Г. И., Попкович Г. А., Тикавый В. Ф. // Развернутая программа курса общей и неорганической химии. Мн., 1978; 1989. Ротапринт БГУ.
21. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Васильева Г. И. // Вопр. науч. организации учеб. процесса и применения технических средств обучения: Тез. докл. II resp. науч.-метод. конф. Тбилиси, 1974. С. 55.
22. Свиридов В. В., Адамович Т. П., Васильева Г. И., Попкович Г. А., Тикавый В. Ф. // Программа дисциплины «Неорганическая химия»: Сб. «Программы дисциплин по типовому учебному плану специальности 0108». М., 1990. С. 28.
23. Каратаева Т. П. // Методические указания по курсу «Кристаллохимия» для специальности 2018. Мн., 1985. Ротапринт БГУ.
24. Воробьева Т. Н., Каратаева Т. П. // Развернутая программа по специализации «Химия твердого тела и полупроводников» (для студентов специальности 2018). Мн., 1987. Ротапринт БГУ.
25. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Васильева Г. И. // Вопр. к семинарским занятиям по общей и неорганической химии. Мн., 1968; 1971; 1977; 1980. Ротапринт БГУ.
26. Свиридов В. В., Тикавый В. Ф., Попкович Г. А., Васильева Г. И. // Вопр. к семинарским занятиям по неорганической химии для студентов специальности 2018. Мн., 1986; 1989. Ротапринт БГУ.
27. Свиридов В. В., Тикавый В. Ф. // Вопр. высшего химического образования: Тез. докл. 2-го науч.-метод. совещания-семинара. Рига, 1979. С. 11.
28. Свиридов В. В., Тикавый В. Ф., Попкович Г. А. // Соотношение фундаментальной и специальной подготовки специалистов-химиков в университетах страны: Тез. докл. V Всесоюз. науч.-метод. совещания. Октябрь 1990 г. Львов, 1990. С. 9.

29. Т а р а й к о в с к а я Г. И.//Метод. указания к лабораторным занятиям по курсу «Неорганическая химия». Мн., 1983. Ротапринт БГУ.
30. Т и к а в ы й В. Ф., А д а м о в и ч Т. П., В а с и л ь е в а Г. И., У л а з о в а А. Р.//Практикум по неорганической химии. Мн., 1969.
31. П о п к о в и ч Г. А., А д а м о в и ч Т. П., В а с и л ь е в а Г. И., В о р о б ь е в а Т. Н.//Метод. указания по курсу неорганической химии. Мн., 1981. Ротапринт БГУ.
32. С в и р и д о в В. В., П о п к о в и ч Г. А.//Основы неорганического синтеза. Метод. указания по курсу неорганической химии для студентов специальности 2018. Мн., 1987. Ротапринт БГУ.
33. П о п к о в и ч Г. А., А д а м о в и ч Т. П., В а с и л ь е в а Г. И.//Метод. указания к лабораторным работам по курсу «Неорганическая химия» (для студентов специальности 2018). Мн., 1988. Ротапринт БГУ.
34. К а р а т а е в а Т. П.//Задания и метод. указания к лабораторному практикуму по спецкурсу «Методы исследования твердых тел». Рентгенография. Мн., 1982; 1992. Ротапринт БГУ.
35. В о р о б ь е в а Т. Н.//Задания и метод. указания к лабораторному практикуму по спецкурсу «Методы исследования твердых тел». Электронография и электронная микроскопия. Мн., 1982; 1991. Ротапринт БГУ.
36. Т и к а в ы й В. Ф., С в и р и д о в В. В.// 2-е науч.-метод. совещание-семинар по вопр. высшего химического образования: Тез. докл. Рига, 1979. С. 11.
37. В о р о б ь е в а Т. Н., К у н ц е в и ч Н. И.// Метод. рекомендации по организации учебно-исследовательской и науч.-исслед. работы студентов (для преподавателей). Мн., 1986. Ротапринт БГУ.
38. В о р о б ь е в а Т. Н.//Сб. метод. материалов по применению активных методов обучения в вузе. Мн., 1987. С. 82. Ротапринт.
39. С в и р и д о в В. В., П е т р я е в Е. П., Т и к а в ы й В. Ф., М а й б о р о д а В. Д.//Проблемы повышения качества и эффективности проведения семинарских и лабораторных занятий: Тез. докл. межресп. науч.-метод. конф. Июнь 1984 г. Ташкент, 1984. С. 145.
40. В о р о б ь е в а Т. Н.// Применение автоматизированных обучающих систем в учебном процессе: Тез. докл. межзон. науч.-метод. конф. Декабрь 1984 г. Мн., 1984. С. 116.
41. М а к с и м о в а С. Г., В о р о б ь е в а Т. Н., П а в л о в и ч М. Л., С т р и к е л е в а Л. В., О р л о в А. В.// Там же. С. 150.
42. Т и к а в ы й В. Ф., С в и р и д о в В. В., В а в и л о в а А. В., Р а г о й ш а А. А., Г о р о ш к о Н. Н., М а л ь ч е н к о С. Н., О р л и к Ю. Г.//Там же. С. 145.
43. Р а г о й ш а А. А., Т и к а в ы й В. Ф., Г о р о ш к о Н. Н., В а в и л о в а А. В.//Там же. С. 144.
44. Т и к а в ы й В. Ф., С в и р и д о в В. В., Р а г о й ш а А. А.//Там же. С. 143.
45. М а к с и м о в а С. Г.//Сб. метод. материалов по вопр. преподавания химии в высшей школе республики. Мн., 1985. С. 87. Ротапринт.
46. Р а г о й ш а А. А., Г о р о ш к о Н. Н., В а в и л о в а А. В.//Метод. указания к практическим занятиям по курсу «Неорганическая химия» в классе АТОС-БГУ для студентов специальности 2018. Мн., 1987. Ротапринт БГУ.
47. В а в и л о в а А. В., Г о р о ш к о Н. Н., М а л ь ч е н к о С. Н., Р а г о й ш а А. А.//Метод. указания к заданиям по теоретическим разделам курса «Неорганическая химия» в классе АТОС-БГУ для студентов специальности 2018. Мн., 1987. Ротапринт БГУ.
48. Л у ц ы к В. И. Тестирование на занятиях по общей и неорганической химии. Киев, 1977.
49. Т р е т ь я к о в Ю. Д., З а й ц е в О. С. Программированное пособие по общей и неорганической химии. М., 1975.
50. А р х а н г е л ь с к и й С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М., 1980.
51. Educational Measurement/Thorndike R. L. Washington, 1971. Ed.2.
52. В о р о б ь е в а Т. Н. Методические указания по подготовке тестов контроля знаний (для преподавателей). Мн., 1984. Ротапринт БГУ.
53. М а к с и м о в а С. Г., М а й б о р о д а В. Д., В о р о б ь е в а Т. Н., О р л о в А. В., С т р и к е л е в а Л. В.//Применение автоматизированных обучающих систем в учебном процессе: Тез. докл. межзон. науч.-метод. конф. Декабрь 1984 г. Мн., 1984 г., 1984. С. 35.
54. М а й б о р о д а В. Д., М а к с и м о в а С. Г., П а в л о в и ч М. Л., В о р о б ь е в а Т. Н., С т р и к е л е в а Л. В.//Проблемы повышения качества и эффективности проведения семинарских, практических и лабораторных занятий: Тез. докл. межресп. науч.-метод. конф. Июль 1984 г. Ташкент, 1984. С. 145.
55. В о р о б ь е в а Т. Н., М а й б о р о д а В. Д., М а к с и м о в а С. Г., С т р и к е л е в а Л. В.//Сб. метод. материалов по вопр. преподавания химии в высшей школе республики. Мн., 1983. С. 46. Ротапринт.
56. К а р а т а е в а Т. П.// Тесты по курсу «Кристаллохимия» для студентов специальности 2018. Мн., 1987. Ротапринт БГУ.
57. В о р о б ь е в а Т. Н.//Науч. организация учеб. процесса: науч.-метод. конф. Белгосуниверситета, 1981 г. Мн., 1981. С. 36.

РЕФЕРАТЫ

УДК 542.61

Капущкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Борщевская Т. И., Юркович Т. Л. О кооперативном характере сорбции аминокислот полиэлектролитами из бинарных водно-спиртовых сред // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

При 293±1 К изучена необменная сорбция ряда α-аминокислот (глицина, аланина, валина, лейцина) карбоксильными катионитами с полиакридивинилбензольной и целлюлозной матрицей из водно-этанольных и водно-пропанольных растворов переменного состава. На основе принципа аддитивности свободной энергии рассчитаны значения слагаемых свободной энергии необменной сорбции: свободной энергии формирования полярных сорбционных контактов ($\Delta G_{\text{пол}}^0$) и свободной энергии сольвофобных взаимодействий ($\Delta G_{\text{сфб}}^0$).

Установлено, что значения $\Delta G_{\text{пол}}^0$ находятся в четкой линейной зависимости от суммы трех параметров: свободных энергий стабилизации обоих компонентов бинарного раствора в фазе набухшего полиэлектролита и свободной энергии сродства полиэлектролита к воде. Наибольший выигрыш свободной энергии сорбции реализуется на целлюлозных полиэлектролитах.

Библиогр. 13 назв., табл. 2. ил. 2.

УДК 541. 183.5:543.70

Мечковский С. А., Абугоффа А. А., Муравская Н. В. Оптимизация селективности сорбционно-колористического метода определения следов тяжелых металлов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Изучен ряд вариантов прямого определения следовых количеств тяжелых металлов с использованием микроколоночной фронтальной хроматографии на поверхностно-слоистых сорбентах. Рассмотрена эффективность сочетания метода хроматографического разделения и маскирования металлов в жидкой фазе.

Библиогр. 7 назв., ил. 3.

УДК 621.793.3

Бирюкова Н. М., Соколов В. Г., Бобровская В. П. Химическое осаждение никеля из водных растворов, содержащих полисульфиды // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Рассмотрены результаты исследования влияния полидисульфидов в растворе химического осаждения никеля. Показано их многофункциональное действие: увеличение стабильности растворов химического осаждения никеля с помощью полисульфидов, повышение скорости осаждения и улучшение механических свойств образующихся покрытий.

Библиогр. 5 назв., ил. 1.

УДК 547.831

Барановская Т. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. Новый подход к синтезу производных циклогекса- и циклогепта [в] пирролов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Разработан новый метод синтеза производных октагидроциклогекса- и декагидроциклогепта [в] пирролов через ацилоиновою перегруппировку 4-гидрокси-2-фенилоктагидропириндин-4-она и 4-гидрокси-2-фенилдекагидрохинолин-4-она.

Библиогр. 7 назв.

УДК 543.251

Цыбульская Л. С., Гаевская Т. В., Новоторцева И. Г. Особенности электрохимического осаждения сплава никель-фосфор // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Изучено влияние различных факторов на скорость осаждения сплава никель-фосфор, содержание в нем неметаллического компонента, коррозионную стабильность пленок, особенности их структуры и структурно-фазовые превращения до и после термообработки. Показано, что, изменяя рН электролита, концентрацию гипофосфита, плотность тока и температуру, можно получать пленки, содержащие от 0,8 до 19 вес. % фосфора. Рентгено-аморфные Ni-P пленки являются более коррозионностойкими к растворам HCl и NaCl, чем кристаллические. При термообработке пленок в инертной атмосфере (300—500 °С) коррозионная стабильность их уменьшается.

Библиогр. 5 назв., ил. 3.

УДК 576.31

Сенчук В. В., Пикuleв А. Т., Ластовская Л. А., Состояние цитоскелета гепатоцитов крыс при воздействии гамма-облучения и нитрата натрия // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Исследовано влияние нитрата натрия, гамма-облучения и их совместного действия на агрегатное состояние актина в цитоплазматической фракции печени крыс, а также на белковый состав цитоскелета гепатоцитов. Показано, что изменение структурно-функционального состояния цитоскелета гепатоцитов под влиянием нитрата натрия и гамма-облучения представляет собой адаптивную реакцию клеток в ответ на повреждающее действие физико-химических факторов.

Библиогр. 15 назв., ил. 1, табл. 5.

УДК 582.281.14(476)

Грилович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С. Новые виды пероноспорных грибов и их питающих растений в условиях Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

При изучении микобиоты нашей республики выявлено 55 новых видов пероноспорных грибов и 109 новых видов питающих растений.

Библиогр. 6 назв.

УДК 574.9 + 591.553

Лопатин И. К. Интразональные биотопы как центры биологического разнообразия в аридных зонах Евразии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Участки с лучшими условиями увлажнения в пределах степной и пустынной зон Евразии являются интразональными и содержат большой набор видов, отсутствующих в окружающих зональных биотопах. За счет интразональных участков значительно увеличивается разнообразие растительного и животного мира в аридных зонах. Рассмотрены многочисленные свидетельства расширения ареалов и сохранения реликтовых видов в условиях интразональности.

Библиогр. 6 назв., ил. 1.

УДК 581.132

Кახнович Л. В., Антипов С. А. Влияние дефицита белков в хлоропластах на содержание хлорофиллов в пигмент-белковых комплексах // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Исследовалось изменение соотношения содержания хлорофиллов в пигмент-белковых комплексах реакционных центров и светособирающих комплексах при экспериментальном ингибировании биосинтеза белков в хлоропластах хлорамфениколом. Показано, что при дефиците белков в фотосинтетических мембранах формируются пигмент-белковые комплексы, отличающиеся по соотношению основных и вспомогательных пигментов.

Библиогр. 7 назв., табл. 3.

УДК 661.728:615.9-99

Стельмах В. А., Юркштович Т. Л., Кондратенко Г. Г. Поликапран. 3. Гемостатическая активность при экспериментальных коагулопатиях // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Исследована эффективность полимер-лекарственного комплекса полиангидроглюкуроновой и ϵ -аминокапроновой кислот (поликапран) при местном применении для остановки паренхиматозных, капиллярных и глубоких травматических повреждений на фоне медикаментозно (антикоагулянт прямого действия—гепарин и непрямого—фенилин) и радиационно (тотальное рентгеновское облучение в дозе 6,2 Гр) обусловленных коагулопатий у кроликов и белых крыс. Установлено, что поликапран за 2,5—3 мин осуществляет полный гемостаз на всей поверхности раны печени кроликов, получавших фенилин. Тампонада ран гепаринизированных крыс поликапраном также приводит к полному купированию модельных кровотечений.

Библиогр. 15 назв., ил. 1, табл. 3.

УДК 912(084.325):528.9

Ермоленко В. А. Геометрический метод экологического картографирования // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Предложен геометрический метод экологического картографирования, предвосхищенный основоположником геометрии недр профессором Екатеринбургского горного института П. К. Соболевским (1869—1949).

Метод основан на изолинейном моделировании реальных, условных и производных «поверхностей» социо-экономико-экологических параметров с применением компьютерной технологии.

Библиогр. 18 назв., ил. 4.

УДК 910

Ж м о й д я к Р. А., С о л о м о н о в А. А. Академик В. В. Попов—выдающийся ученый-геодезист (к 105-летию со дня рождения) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Рассказано об основных достижениях В. В. Попова в области геодезии: разработке методов создания опорных сетей, обосновании теории ломаных базисов, внедрении в производство новых методов обработки результатов геодезических измерений. Освещаются идеи В. В. Попова в области комплексности учебно-научно-воспитательного процесса в подготовке специалистов высшей квалификации.

Библиогр. 15 назв.

УДК 551.510: 629.13

К и с е л е в В. Н., Н е с т е р у к В. Н., Л ы с к о в е ц М. В. Использование вертолетов для борьбы с заморозками // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Предлагается использовать вертолеты для борьбы с заморозками на больших массивах торфяников. Основная роль в разрушении заморозка принадлежит сводным вихрям. Установлено, что оптимальная высота полета вертолета должна составлять 100—120 м при скорости полета не более 30 км/ч. Для больших площадей рекомендуется полет «змейкой».

Библиогр. 5 назв.

УДК 551.4:528.067.4(476)

С а ч о к Г. И., Ш и ш о н о к Н. А., М а р ь и н а Л. В. Типологическое районирование территории Беларуси по корреляционным связям морфометрических параметров рельефа // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

На основании карт парных коэффициентов корреляции установлена теснота связей между морфометрическими показателями рельефа Беларуси. Выделенные типы и подтипы описывают взаимосвязи параметров вертикального расчленения, а виды и подвиды—коррелированность горизонтального расчленения с показателями вертикальной расчлененности рельефа. Предложена карта типологического районирования рельефа по взаимосвязям морфометрических параметров, отражающая пространственную сопряженность вертикального и горизонтального расчленения территории.

Библиогр. 2 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 574:539.1.04;747.475(28)

К а р а т а е в А. Ю., Р у д а к о в с к и й И. А., Б у р л а к о в а Л. Е. Распределение и динамика цезия-137 в озерных водоемах с различными уровнями радиоактивного загрязнения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Представлены результаты режимных радиозоологических наблюдений на озерах Ямное и Великое Могилевской области. Установлены зависимости содержания радиации с гипсометрическим рельефом местности. Определено распределение радиоактивного цезия в толще донных отложений. Показана сезонная динамика концентрации цезия в высшей водной растительности. Изучено содержание радионуклидов в различных блоках водных экосистем, рассчитаны коэффициенты накопления цезия. Показано, что в озерах, где содержание радиоактивного цезия ниже Республиканского контрольного уровня для питьевой воды, обитает несъедобная рыба.

Библиогр. 7 назв., ил. 3., табл. 1.

УДК 631.6 + 631.8

И в а н о в Н. П., К у л и к о в Я. К., Ч у б а к о в А. С., М а л а ш е н к о в В. Ю. Структурные почвенные мелиорации как основа оптимизации природной среды // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

В статье затронута одна из проблем оптимизации природной среды, а именно, оптимизация фундаментальных свойств почв методом структурных почвенных мелиораций. Рассмотрены теоретические основы и практические результаты землевания мелиорированных торфяных почв. Отмечено существенное улучшение морфологических, водно-физических и агрохимических свойств оптимизированной почвы и их положительное влияние на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур.

Библиогр. 11, ил. 1, табл. 1.

УДК 911.2:613.15(476)

В о р о н к о в а Н. Ф. Эколого-географическая концепция ТерКСОП Минской агломерации // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

Предложена эколого-географическая концепция организации территориальной комплексной схемы охраны природы (ТерКСОП) Минской агломерации, основанная на идее перехода биосферы в ноосферу В. И. Вернадского.

Библиогр. 4 назв.

УДК 378:371.2

В о р о б ь е в а Т. Н. Место и роль тестового контроля знаний в учебном процессе в высшей школе (на примере химических дисциплин) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 3.

На примере опыта организации учебного процесса на кафедре неорганической химии Белгосуниверситета рассмотрена система контроля знаний студентов, включающая разнообразные его формы и обеспечивающая эффективную работу студентов, направленную на приобретение ими не только знаний, но умений, навыков, творческих способностей и способности к самообучению. Показана важнейшая роль в этой системе тестовой формы контроля знаний, проанализированы причины особого места тестирования в учебном процессе, описаны пути и принципы составления объективных тестов. Показаны возможности максимальной реализации обучающей функции тестового контроля знаний.

Библиогр. 57 назв., ил. 1, табл. 1.

<i>Kashnovich L. V., Antipov S. A.</i> Influence deficit of proteins in chloroplast on maintenance chlorophylls pigment-proteins complex	33
<i>Stelmah V. A., Yurkshovich T. L., Kondratenko G. G.</i> Polycapran. 3. The Haemostatic activity at the experimental coagulopathies	36

GEOGRAPHY

<i>Ermolenko V. A.</i> Geometrical method of ecological cartography making	41
<i>Kiselev V. N., Nesteruk V. N., Lyskavec M. V.</i> Application of helicopters in the fight against ground frosts	47
<i>Zmoidyak R. A., Solomonov A. A.</i> Academician V. V. Popov—a brilliant scientist of geodesy (devoted to the 105 birthday anniversary)	49
<i>Sachok G. I., Shishonok N. A., Maryina L. V.</i> Typological division into districts of the Territory of Belarus according to correlathion connections of morfometric parameter of relief	53
<i>Karataev A. Y., Rudakovsky I. A., Burlakova L. E.</i> Cs ¹³⁷ -distribution and dynamic in the lakes having different radiative contamination levels	57
<i>Ivanov N. P., Kulikov J. K., Chubakov A. S., Malashenkov V. J.</i> Structural soil reclaimings as a fase for natural environment optimisation	61
<i>Voronkova N. F.</i> Ecological and geographical conception of TCSNP conceived for the Minsk agglomeration	67

NEW TRENDS IN TEACHING

<i>Vorobyova T. N.</i> The place and the role of test knowledge control in high school education	69
--	----