
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2/2003

Июнь

БІБЛІЯТЭКА
БЕЛДЗЯРЖ-
УНІВЕРСІТЭТА

МИНСК
БГУ

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Bezborodov V.S., Kovganko N.N., Lapanik V.I.</i> Synthesis and mesomorphic properties of some optically active derivatives of 2-isoxazoline-3-aryl-5-carboxylic acid	3
<i>Kurnevich G.I., Sadova T.A., Boginsky L.S., Bojko D.I.</i> Pressured composites of thermal exfoliated graphite with polyamide	7

BIOLOGY

<i>Gubich O.I., Sholukh M.V.</i> The improvement of conditions for cAMP radioimmunoassay	11
<i>Polyksenova V.D.</i> The dynamic of tomato diseases caused by fungi in of Belarus. Part 1. Leaf mold	15
<i>Mlynarchik M.P., Sautkina T.A.</i> Flora in the neighbourhood of Rakov	20
<i>Dzhus M.A., Tikhomirov V.N.</i> New localities of rare and protected plant species in Belarus	26
<i>Nesterova O.L.</i> Biology of species of <i>Gastrophysa Chevrolat (Coleoptera, Chrysomelidae)</i> in Belarus	31
<i>Derunkov A.V.</i> Ecological diversity of staphylinid beetles (<i>Coleoptera, Staphylinidae</i>) in the pine plantations on the reserved territories of Belarus	35

GEOGRAPHY

<i>Romankevich A.P.</i> Typical features of the Belarusian Polesye ameliorated landscape relief	41
<i>Korol S.I.</i> Influence of landscape diversity on the peculiarities of country estates location	45
<i>Atayan L.V.</i> The basic stages of computer maps creation	50
<i>Grinevich A. G., Emeljanov Y. N., Kolmakova E. G.</i> The hydrochemistry situation at the Dnieper river basin	56
<i>Myshlion T.A.</i> Soil conditions for ⁹⁰ Sr and ¹³⁷ Cs migration in the flood-lands landscapes (by the example of the river Sozh flood-land)	61
<i>Korzun V.M.</i> To a problem on indicators of steady ecological development of Minsk	66
<i>Skarubo A.D., Lopuch P.S.</i> The water vegetation influence on the small rivers landscapes formation (r. Dnepr)	70
<i>Vysotsky E.A.</i> Search geology criteria of the deposits of potassic salt	76
<i>Krasovsky K.K.</i> Geographical urban features in a context of global problems of modernity	80

BRIEF COMMUNICATIONS

<i>Piskun S.G., Polyksenova V.D., Anokhina V.S.</i> The phytotoxic activity of Fusarium wilt pathogen	87
<i>Biesiadka E., Cichocka M., Moroz M. D., Mukhin Y.F.</i> The new species of water mites (<i>Acar: Hydracarina</i>) of the Belarus fauna	89
<i>Goncharov D.A.</i> Influence of laridae on vegetation of their nest sites	91
<i>Sidorov A.V., Polyanina I.P.</i> Water acid-base balance modulates the behavior of the mollusk <i>Lymnaea stagnalis</i>	94
<i>Pavliutin A.P.</i> Radioactivity aquatic animals associat with water plants of noflowing lake	96

CHRONICLE

<i>Lukashevich I.G.</i> XX European Arachnological Colloquium	100
---	-----

REVIEWS

<i>Zajko S.M., Kachkov Y.P.</i> Peat complexes utilization and conservation in Belarus and Poland / <i>V.I. Belkovskij, A.P. Lihatshevich, A.S. Meerovskij, S. Yurchuk, Y. Ostrovski</i>	102
<i>Chertko N.K. M.A. Krustaleva.</i> Ecogeochemistry of morainic landscapes of the central Russian plain	104
Summary	105



УДК 547.786 + 544.25

В.С. БЕЗБОРОДОВ, Н.Н. КОВГАНКО, В.И. ЛАПАНИК

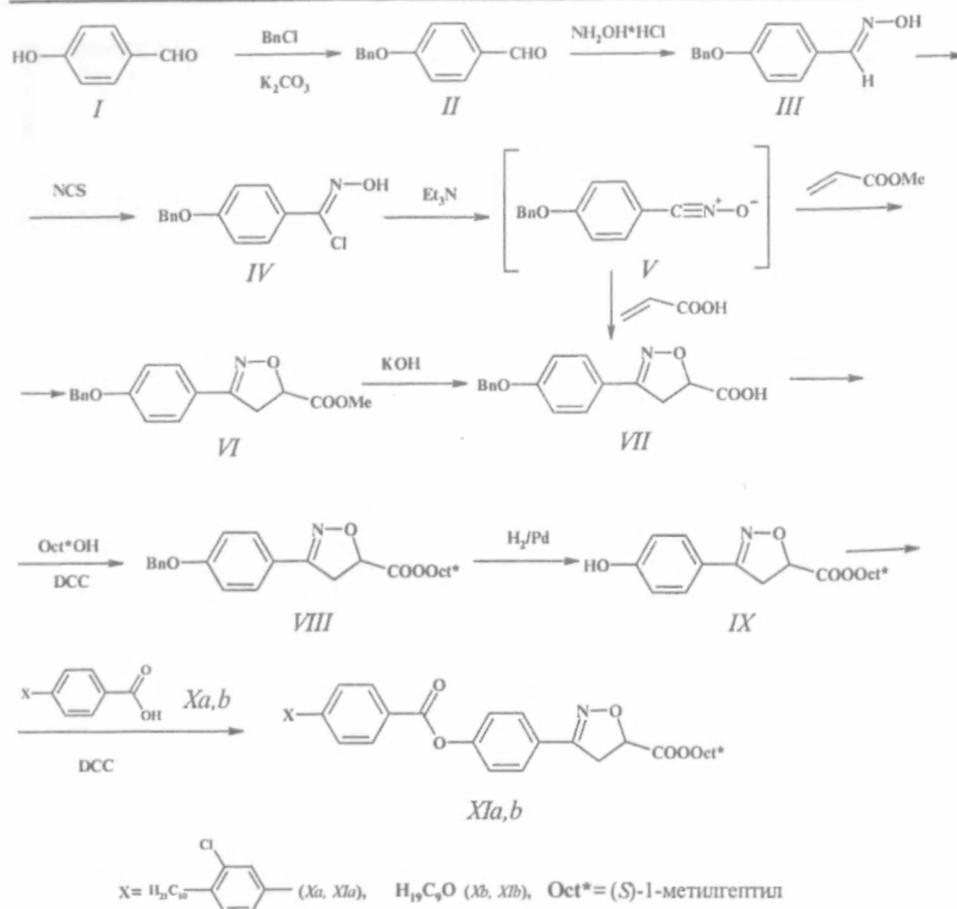
СИНТЕЗ И ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-ИЗОКСАЗОЛИН-3-АРИЛ-5-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ*

The synthetic approach to a new derivatives of 2-isoxazoline-3-aryl-5-carboxylic acid that possess liquid crystalline properties is described. The spectral and liquid crystalline properties of these compounds are given.

Мезоморфные гетероциклические соединения являются эффективными компонентами жидкокристаллических (ЖК) композиций, предназначенных для использования в разнообразных электрооптических устройствах отображения информации [1–3]. Среди таких веществ особое место занимают пятичленные гетероциклические соединения, образующие смектическую фазу С или нематическую фазу при низкой температуре [4, 5].

Ранее нами были изучены жидкокристаллические свойства 3-арил-5-алкил-2-изоксазолинов [6] и 3-алкил-5-арил-2-изоксазолинов [7]. Развитие данных исследований предполагало изучение синтеза оптически активных эфиров 2-изоксазолин-3-арил-5-карбоновой кислоты, мезоморфных свойств и перспективности их использования в устройствах отображения информации на ферроэлектрических ЖК-материалах. Оптически активные (*S*)-1-метилгептиловые эфиры 2-изоксазолин-3-арил-5-карбоновых кислот (XI *a*, *b*) были получены согласно приведенной схеме, когда на первой стадии взаимодействием 4-бензилоксибензальдегида II с гидроксиламином в присутствии ацетата натрия синтезировали оксим III. Последующая его обработка *N*-хлорсукцинимидом до хлорангидрида гидроксамовой кислоты IV, дегидрохлорирование триэтиламинном, затем 1,3-диполярное циклоприсоединение нитрилоксида V к акриловой кислоте или ее метиловому эфиру привели к образованию соответствующих 2-изоксазолинов VII и VI с выходом 40 и 54 % соответственно. Следует отметить, что при щелочном гидролизе эфира VI в водном 2-пропаноле выход кислоты VII составил 53 %. (*S*)-1-Метилгептиловый эфир 3-(4-оксифенил)-2-изоксазолин-5-карбоновой кислоты IX получен с выходом 30 % этерификацией кислоты VII оптически активным (*S*)-1-метилгептанолом в присутствии *N,N*-дидицилогексилкарбодиимида и затем дебензилированием оптически активного эфира 3-(4-бензилоксифенил)2-изоксазолин-5-карбоновой кислоты VIII над 10 % палладием на угле. Невысокий выход фенола IX обусловлен, по-видимому, частичным гидрогенолизом 2-изоксазолинового цикла до аминокетона [8].

* Авторы статьи – сотрудники лаборатории конденсированных сред НИИФП им. А.Н. Севченко БГУ.



В молекуле соединения IX имеются два асимметрических атома углерода, поэтому оно должно существовать в виде смеси двух диастереомеров. Однако из спектра ПМР нам это определить не удалось, поскольку сигналы протонов при асимметрических центрах имеют практически одинаковые химические сдвиги.

Жидкокристаллические оптически активные эфиры XI a и XI b в виде смеси соответствующих диастереомеров синтезировали по методу, используемому нами для получения эфира VIII.

Строение всех синтезированных соединений подтверждено данными ИК- и ПМР-спектров. Так, о наличии в молекуле соединения VI гетероцикла свидетельствует присутствие в спектре ПМР характерных сигналов изоксазолинового цикла: двух дублетов 4-CH₂-группы с δ 3,54 и 3,55 м. д. и однопротонного дублета дублета протона 5-CH с δ 5,10 м. д. [8]. В спектре ПМР кислоты VII, полученной из метилового эфира VI, отсутствует сигнал метоксигруппы, а наличие сигналов протонов изоксазолинового цикла свидетельствует о сохранении гетероцикла при щелочном гидролизе. В ИК-спектрах соединений XI a и XI b присутствуют характеристические полосы колебаний сложноэфирной группировки в области 1725–1730 см⁻¹. В спектрах ПМР данных веществ, кроме сигналов протонов исходного фенола IX, появляются сигналы, отвечающие протонам кислотной части сложного эфира.

Исследования мезоморфных свойств синтезированных оптически активных эфиров IX a, b показали, что данные соединения не образуют хиральную смектическую фазу C и по этой причине только ограниченно могут использоваться в качестве компонентов композиций для устройств отображения информации на ферроэлектрических ЖК-материалах. (S)-1-Метилгеп-

тиловый эфир 3-[4-(3-хлор-4-децилбифенил-4-карбокси)фенил]-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты XI *a* характеризуется наличием мезотропных смектических A и B фаз в температурном интервале 52–124 °С. У (S)-1-метилгептилового эфира 3-[4-(4-нонилоксибензоилокси)фенил]-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты XI *b* наблюдается термотропная смектическая фаза A в температурном интервале 48–68 °С.

Экспериментальная часть

Температуры плавления и фазовых переходов определены на нагревательном столике, соединенном с поляризационным микроскопом. Величина оптического вращения измерена на поляриметре CM-2, длина кюветы 99,94 мм. ИК-спектры получены в растворе на приборе Specord 75 IR. Спектры ПМР растворов записаны на ЯМР-спектрометрах Tesla BS-567A (80 МГц), Tesla BS-567 (100 МГц) и Bruker – Spectrospin 300 Ultrashield (300 МГц); внутренний стандарт ГМДСО. Масс-спектрометрические данные получены на хромато-масс-спектрометре HP-5972 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ.

4-Бензилоксибензальдегид II синтезировали по методике [9]. Оксим 4-бензилоксибензальдегида III получили по методике [10]. Выход 98,4 %. $T_{пл}$ 109–110 °С (толуол). ИК-спектр ($CHCl_3$, cm^{-1}): 3570, 3465–3120 (O–H), 3000 (C–H_{аром}), 1600, 1500 (C=C_{аром}), 1170 (C–O).

Метилловый эфир 3-(4-бензилоксифенил)-4,5-дигидро-5-изоксазол-карбоновой кислоты (VI). Реакционную смесь из 15,0 г (66,0 ммоль) оксима III, 9,4 г (70,0 ммоль) *N*-хлорсукцинимида, 100 мл хлороформа и 40 мл диметилформамида охладили до 5 °С льдом и добавили по каплям 6,3 мл (70,0 ммоль) метилакрилата. При перемешивании добавили в течение 1 ч раствор 9,7 мл (70,0 ммоль) триэтиламина в 10 мл метиленхлорида. Раствор перемешивали еще 0,5 ч, затем добавили раствор 10 мл соляной кислоты в 150 мл воды. Выпавший осадок сукцинимида отделили и промыли дважды этилацетатом по 50 мл. Объединенный органический слой промыли водой и высушили сульфатом магния. Растворитель отогнали при пониженном давлении, остаток перекристаллизовали из 2-пропанола. Получили 9,1 г изоксазолина VI. Перекристаллизацией маточного раствора дополнительно получили 2,0 г продукта. Суммарный выход составил 54,0 %. $T_{пл}$ 123–124 °С (2-пропанол). ИК-спектр ($CHCl_3$, cm^{-1}): 3005 (C–H_{аром}), 1735, 1240 (COOMe), 1600, 1500 (C=C_{аром}), 1175 (C–O). Масс-спектр (m/z , %): 311 (M^+ , 22,4), 252 (M^+ -COOMe, 2,2), 132 (4,3), 91 (Bn^+ , 100), 65 (8,9), 39 (2,5). Спектр ПМР ($CDCl_3$, δ , м. д.): 3,54 (1H, д, J 10,0 Гц, 4-CH₂), 3,55 (1H, д, J 8,5 Гц, 4-CH₂), 3,74 (3H, с, MeO), 5,04 (2H, с, PhCH₂O), 5,10 (1H, дд, J₁ 8,5 Гц, J₂ 10,0 Гц, 5-CH), 6,92 (2H, д, J 9,0 Гц, аром. протоны), 7,26–7,38 (5H, м, аром. протоны, Ph), 7,56 (2H, д, J 9,0 Гц, аром. протоны).

3-(4-Бензилоксифенил)-4,5-дигидро-5-изоксазолкарбоновая кислота (VII). А. К раствору 10 г (44 ммоль) оксима III в смеси 50 мл хлороформа и 10 мл диметилформамида прибавили 7,0 г (52 ммоль) *N*-хлорсукцинимида и 2 капли пиридина для начала реакции. Через 10 мин к полученному раствору прибавили 6 мл (87,5 ммоль) акриловой кислоты, охладили смесь до 0 °С и в течение 2 ч по каплям добавляли раствор 12,2 мл триэтиламина (87,8 ммоль) в 20 мл хлороформа. Реакционную смесь перемешивали еще 1 ч при 0 °С, затем температуру довели до комнатной и добавили 10 мл разбавленной соляной кислоты. Органический слой отделили, водный слой с выпавшим осадком экстрагировали 2 раза этилацетатом. Объединенный органический слой сушили сульфатом натрия. Растворитель удалили при пониженном давлении, остаток перекристаллизовали из толуола. Получили 4,7 г кислоты VII. Аналогичной перекристаллизацией маточного раствора дополнительно получили 0,54 г продукта. Суммарный выход составил 39,7 %. $T_{пл}$ 184–185 °С (толуол-метилэтилкетон). ИК-спектр (ТГФ, cm^{-1}):

1725 (C=O), 1600, 1500 (C=C_{аром}). Спектр ПМР ((CD₃)₂CO, δ, м. д.): 3,69 (1H, д, J 7,5 Гц, 4-CH), 3,74 (1H, д, J 11,5 Гц, 4-CH), 5,14–5,24 (1H, м, 5-CH), 5,19 (2H, с, PhCH₂O), 7,09 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны), 7,32–7,52 (5H, м, аром. протоны), 7,68 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны).

Б. К смеси 4,0 г (12,9 ммоль) сложного эфира VI в 40 мл 2-пропанола при перемешивании добавили раствор 1,0 г (17,9 ммоль) гидроксида калия в 10 мл воды. Реакционную смесь в течение 1,5 ч кипятили с обратным холодильником при интенсивном перемешивании, затем охладили, добавили по каплям 1,6 мл концентрированной соляной кислоты, нагрели до кипения, охладили и прилили 20 мл воды. Выпавшую кислоту VII и водный слой дважды экстрагировали 100 мл этилацетата. Объединенный органический слой промыли два раза водой и сушили сульфатом натрия. Растворитель удалили при пониженном давлении, остаток перекристаллизовали из смеси толуол-метилэтилкетон. Получили 2,0 г кислоты VII. Аналогичной перекристаллизацией маточного раствора дополнительно получили 0,1 г продукта. Суммарный выход составил 54,9 %.

(S)-1-Метилгептиловый эфир 3-(4-бензилоксифенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты (VIII). К смеси 6,3 г (21,2 ммоль) кислоты VII, 3,4 мл (21,5 ммоль) (S)-1-метилгептанола ($[\alpha]_D^{18} +9,5^\circ$) и 4,4 г (21,4 ммоль) *N,N*-дициклогексилкарбодиимида в 25 мл метиленхлорида добавили каталитические количества 4-*N,N*-диметиламинопиридина и перемешивали реакционную смесь в течение 24 ч. Выпавший осадок отфильтровали через слой оксида алюминия, промыли два раза метиленхлоридом. Растворитель удалили при пониженном давлении, остаток кристаллизовали из 2-пропанола. Получили 5,8 г сложного эфира VIII. Выход составил 66,9 %. $T_{пл}$ 47 °С (2-пропанол). $[\alpha]_D^{18} +0,16^\circ$ (с 1,79, CHCl₃). ИК-спектр (CHCl₃, см⁻¹): 3015, 3000 (C-H_{аром}), 2930, 2850 (C-H_{алкил}), 1725, 1245, 1000 (COOAlk), 1600, 1505 (C=C_{аром}), 1170 (C-O). Спектр ПМР (CDCl₃, δ, м. д.): 0,87 (3H, т, J 6,3 Гц, CH₃), 1,13–1,40 (8H, м, CH₂-группы), 1,26 (3H, т, J 6,3 Гц, CH₃), 1,47–1,73 (2H, м, CH₂), 3,58 (2H, д, J 8,9 Гц, 4-CH₂), 5,01 (1H, секстет, J 6,2 Гц, 2-CH_(алкил)), 5,10 (2H, с, PhCH₂O), 5,11 (1H, т, J 8,9 Гц, 5-CH), 6,97 (2H, д, J 7,1 Гц, аром. протоны), 7,28–7,43 (5H, м, аром. протоны, Ph), 7,62 (2H, д, J 7,1 Гц, аром. протоны).

(S)-1-Метилгептиловый эфир 3-(4-гидроксифенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты (IX). Раствор 4,30 г (10,5 ммоль) сложного эфира VIII в 20 мл этилацетата гидрировали над 0,6 г 10 % палладия на угле до прекращения поглощения водорода. Катализатор отфильтровали, промыли на фильтре этилацетатом. Растворитель удалили при пониженном давлении. Остаток перекристаллизовали из смеси петролейный эфир-толуол. Получили 1,36 г фенола IX. Из маточного раствора удалили растворитель и остаток перекристаллизовали из смеси петролейный эфир-толуол. Получили дополнительно 0,08 г фенола IX. Суммарный выход 1,44 г (42,9 %). $T_{пл}$ 113–115 °С (петролейный эфир-толуол). $[\alpha]_D^{18} +2,38^\circ$ (с 1,9, CHCl₃). ИК-спектр (ТГФ, см⁻¹): 3565–3000 (O-H), 1725, 1270, 1030 (COOAlk), 1600, 1500 (C=C_{аром}). Спектр ПМР (CDCl₃, δ, м. д.): 0,86 (3H, т, J 5,5 Гц, CH₃), 1,18–1,64 (13H, м, CH₃- и CH₂-группы), 3,58 (1H, дд, J₁ 7,0 Гц, J₂ 16,8 Гц, 4-CH), 3,72 (1H, дд, J₁ 11,0 Гц, J₂ 16,8 Гц, 4-CH), 4,94 (1H, секстет, J 6,3 Гц, 2-CH_(алкил)), 5,14 (1H, дд, J₁ 7,0 Гц, J₂ 11,0 Гц, 5-CH), 6,88 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны), 7,56 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны).

(S)-1-Метилгептиловый эфир 3-[4-(3-хлор-4-децилбифенил-4-карбоксо)фенил]-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты (XI а) получен аналогично соединению VIII из 0,50 г (15,7 ммоль) (S)-1-метилгептилового эфира 3-(4-гидроксифенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты IX, 0,56 г (15,0 ммоль) 3-хлор-4-децилбифенил-4-карбоновой кислоты X а (по-

лучена по методике [11]) и 0,34 г (16,6 ммоль) *N,N'*-дициклогексилкарбодиимида. Выход составил 52,3 %. Температуры фазовых переходов, °C: нагревание: *Cr* 124 I; охлаждение: *Cr* 52 *SmB* 84 *SmA* 124 I. $[\alpha]_D^{25} +0,04^\circ$ (*c* 0,07, CHCl_3). ИК-спектр (CHCl_3 , cm^{-1}): 3010 ($\text{C-H}_{\text{аром}}$), 2950, 2925, 2845 ($\text{C-H}_{\text{алкил}}$), 1725, 1255, 1195, 1055 (COO), 1600, 1500 ($\text{C=C}_{\text{аром}}$). Спектр ПМР (CDCl_3 , δ , м. д.): 0,86 (3H, т, J 6,3 Гц, CH_3), 0,89 (3H, т, J 6,3 Гц, CH_3), 1,14–1,40 (25H, м, CH_3 - и CH_2 -группы), 1,59–1,62 (4H, м, CH_2 -группы), 2,77 (2H, т, J 7,4 Гц, Ar-CH_2), 3,64 (2H, д, J 9,2 Гц, 4- CH_2), 5,01 (1H, секстет, J 6,0 Гц, 2- $\text{CH}_{\text{(алкил)}}$), 5,16 (1H, т, J 9,2 Гц, 5-CH), 7,22–7,40 (3H, м, аром. протоны), 7,54–7,60 (1H, м, аром. протоны), 7,73–7,80 (5H, м, аром. протоны), 8,25 (2H, д, J 8,2 Гц, аром. протоны).

(S)-1-Метилгептиловый эфир 3-[4-(4-нонилоксибензоилокси)фенил]-4,5-дигидроизоксазол-5-карбоновой кислоты (XI б) получен аналогично соединению XI а. Выход составил 54,7 %. Температуры фазовых переходов, °C: *Cr* 48,3 *SmA* 68,2 I. $[\alpha]_D^{25} +0,56^\circ$ (*c* 0,91, CHCl_3). ИК-спектр (CHCl_3 , cm^{-1}): 3030, 3010 ($\text{C-H}_{\text{аром}}$), 2925, 2855 ($\text{C-H}_{\text{алкил}}$), 1730, 1250, 1065 (COOAr), 1715, 1165 (COOOct^*), 1600, 1505 ($\text{C=C}_{\text{аром}}$). Спектр ПМР (CDCl_3 , δ , м. д.): 0,83 (3H, т, J 6,5 Гц, CH_3), 0,86 (3H, т, J 6,5 Гц, CH_3), 1,10–1,86 (30H, м, CH_3 - и CH_2 -группы), 3,59 (2H, д, J 9,0 Гц, 4- CH_2), 4,00 (2H, т, J 6,5 Гц, CH_2 -группа), 4,97 (1H, секстет, J 6,5 Гц, 2- $\text{CH}_{\text{(алкил)}}$), 5,12 (1H, т, J 9,0 Гц, 5-CH), 6,93 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны), 7,22 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны), 7,70 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны), 8,09 (2H, д, J 8,5 Гц, аром. протоны).

1. Nagashima Y., Ichihashi T., Noguchi K. et al. // *Liq. Cryst.* 1997. Vol. 23. № 4. P. 537.
2. Brettell R., Dunmur D.A., Marson C.M. et al. // *Ibid.* 1993. Vol. 13. № 4. P. 515.
3. Friedman M.R., Toyne K.J., Goodby J.W., Hird M. // *Ibid.* 2001. Vol. 28. № 6. P. 901.
4. Iglesias R., Serrano J. L., Sierra T. // *Ibid.* 1997. Vol. 22. № 1. P. 37.
5. Bezborodov V.S., Lee C.J., Uh K.H. 6th International Conference on Ferroelectric Liquid Crystals. Conference Summaries. Brest, 1997. P. 152.
6. Безбородов В.С., Ковганко Н.Н., Лапанник В.И. // *Весті НАН Беларусі. Сер. хім. навук.* 2003. № 1. С. 48.
7. Минько А.А., Безбородов В.С., Ковганко Н.Н., Лапанник В.И. // *Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1.* 2002. № 3. С. 44.
8. Kanemasa S., Tsuge O. // *Heterocycles.* 1990. Vol. 30. № 1. P. 719.
9. Bergmann E.D., Sulzbacher M. // *J. Org. Chem.* 1951. Vol. 16. № 1. P. 84.
10. Holland H.L., Kumaresan S., Tan L., Njar V.C.O. // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1.* 1992. № 5. P. 585.
11. Sasnovski G., Bezborodov V., Lapanik V. et al. // *Ferroelectrics.* 1998. Vol. 212. P. 373.

Поступила в редакцию 30.01.2003.

Владимир Степанович Безбородов – доктор химических наук, главный научный сотрудник.
Николай Николаевич Ковганко – младший научный сотрудник.
Валерий Иванович Лапанник – старший научный сотрудник.

УДК 546.26-162:678.01

Г.И. КУРНЕВИЧ, Т.А. САДОВА, Л.С. БОГИНСКИЙ, Д.И. БОЖКО

ПРЕССОВАННЫЕ КОМПОЗИТЫ ТЕРМИЧЕСКИ РАСЩЕПЛЕННОГО ГРАФИТА С ПОЛИАМИДОМ

A teg/polyamide composite has been prepared by method of pressure. Condition of their forming and heating, mechanical parameters has been investigated.

Термически расщепленный графит (ТРГ) используется для решения различных технических задач [1], в том числе и для получения уплотнительных материалов [2, 3], принципы создания которых изучены достаточно хорошо

[4–7]. Однако ярко выраженная анизотропия и относительно небольшая механическая прочность прессованных изделий во многих случаях ограничивают их практическое применение.

Улучшение свойств таких изделий связано с уменьшением анизотропии, что может быть достигнуто путем введения в графитовую матрицу различных связующих, т. е. формированием соответствующих композиционных материалов [8–10], которые еще недостаточно исследованы.

Целью данной работы было изучение закономерностей формирования композитов ТРГ с полиамидом ПА 11 различной дисперсности торговой марки Рильсан (поли- ω -ундеканамид) в зависимости от условий их получения методом прессования в глухой матрице с последующей термообработкой полученных образцов.

Для исследования применялся ТРГ, полученный окислением природного графита марки ГТ-1 с использованием персульфата аммония (ПСА) в качестве окислителя в среде концентрированной серной кислоты [11] с последующим переводом продукта окисления в ТРГ в установке непрерывного расщепления [12] при температуре 850–950 °С. ТРГ имел насыпную плотность 6–8 г/л, модельные образцы из него обладали механической прочностью (давлением разрушения) 600–750 кгс/см².

Пресс-порошки получали смешиванием ПА с ТРГ различной плотности сухую, затем выясняли влияние условий прессования и термообработки на кажущуюся плотность, сжимаемость ($\epsilon_{сж}$) и механическую прочность ($P_{раз}$) [5] модельных образцов, оценивали однородность распределения ПА как в исходном пресс-порошке, так и в модельном образце с помощью микроскопа при увеличении 15–50 \times . Используемые образцы ПА характеризовались следующими параметрами: основной размер частиц фракции составлял 10 (№ 1), 20 (№ 2), 50–150 (№ 3) и 50–250 (№ 4) мкм, насыпная плотность – 0,35–0,55 г/см³ и температура плавления ($t_{пл}$) – 205–215 °С.

Данные, полученные в результате эксперимента и характеризующие влияние содержания полиамида (вес. %) различных фракций в условиях сухого смешивания на объемную плотность и величину $P_{раз}$ модельных образцов при температуре термической обработки (ТТО), близкой к $t_{пл}$ полиамида, приведены в табл. 1, а при ТТО выше его $t_{пл}$ – в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика модельных образцов с различными фракциями ПА без термообработки и при ТТО 210 С

Содержание ПА, %	Фракция Термообработка	ρ , г/см ³	$P_{раз}$, кгс/см ²	Характеристика поверхности
2,0	№ 1 без т/о	1,75	690	Однородная
–	т/о 1 ч	1,73	910	
1,7	№ 2 без т/о	1,69	640	–
–	т/о 1 ч	1,71	890	
1,0	№ 3 без т/о	1,70	650	Отдельные исходные частицы ПА
–	т/о 1 ч	1,68	700	
1,5	№ 4 без т/о	1,64	650	Исходные частицы ПА
–	т/о 1 ч	1,67	670	

Из полученных данных можно сделать ряд заключений.

1. Добавки ПА во всех случаях приводят к существенному увеличению механической прочности прессованных образцов, причем содержание ПА фракций № 1 и 2 (размер частиц 20 мкм) в ТРГ более 5 % не приводит к дальнейшему существенному увеличению механической прочности.

В случае использования менее диспергированных фракций полиамида поверхность образцов становится неоднородной: появляются отдельные вздутия, вкрапления частиц полиамида и т. д., поэтому определить их оптимальное содержание не представляется возможным.

2. Механическая прочность практически не зависит от плотности образцов, хотя наблюдается некоторая тенденция к уменьшению этой величины

по мере увеличения плотности модельных образцов, что может быть связано с формированием композита с уменьшенной по сравнению с графитом эластичностью и увеличенной жесткостью.

Таблица 2

Характеристика образцов при различном содержании фракций ПА при ТТО выше $t_{пл}$ ПА

Содержание ПА, %	ТТО, °С/время, ч	ρ , г/см ³	$\epsilon_{см}$, %	$P_{раз}$, кг/см ²	Характеристика поверхности
Фракция № 1					
2	220/1	0,95	45,1	950	Однородная
–	–	1,41	26,2	980	–
–	–	1,60	18,9	960	–
–	250/1	0,96	42,1	1000	–
–	–	1,36	29,1	970	–
–	250/1	1,70	8,9	960	–
5	220/1	0,95	41,2	1100	–
–	–	1,45	25,1	1200	–
–	250/1	1,43	23,8	1150	–
10	220/1	0,96	40,2	1250	–
–	–	1,39	23,2	1280	–
–	250/1	1,26	28,1	1170	–
–	–	1,29	23,5	1190	–
15	220/1	0,97	40,0	1230	–
–	250/1	1,32	20,2	1140	–
Фракция № 2					
1,7	220/1	1,60	21,0	910	Однородная
5	220/1	1,05	38,0	1240	–
–	–	1,69	12,1	1000	–
–	250/1	1,34	31,0	1050	–
10	220/1	0,95	38,0	1200	–
–	–	1,31	28,0	1230	–
–	250/1	1,59	14,0	1180	–
15	220/2	1,11	35,0	1220	–
–	–	1,46	21,0	1170	–
–	250/1	1,19	37,0	1220	–
Фракция № 3					
2	220/1	1,65	20,1	870	Однородная
5	220/2	1,46	26,2	920	Неоднородная
–	250/1	1,32	32,0	900	–
10	220/2	0,98	40,0	950	–
–	250/1	1,41	37,0	1040	–
Фракция № 4					
5	220/2	1,29	39,0	870	Неоднородная
–	250/1	1,34	35,0	920	–
10	220/2	1,45	28,0	900	–
–	250/2	1,12	39,1	870	–

зией к поверхности графита, и это определяет изменение механической прочности, достигающее двукратного увеличения при использовании ПА с размером частиц 20 мкм и менее.

4. Термообработка модельных образцов с ПА в области 220–250 °С обеспечивает существенное увеличение их механической прочности, причем температура эксплуатации таких изделий, как показали предварительные данные, ненамного ниже по сравнению с аналогами из чистого графита.

Из анализа полученных экспериментальных данных следует, что, кроме состава, на физико-механические свойства материалов и пресс-порошков оказывает влияние режим их перемешивания: скорость вращения мешалки, ее размеры, длительность процесса. Так, большая скорость вращения и длительное перемешивание приводят к отделению крупных частиц ПА и концентрированию их на дне смесителя и его стенках.

Все указанные факторы, сопровождающие формирование смесей и пресс-порошков, необходимо учитывать при создании технологических процессов и соответствующего оборудования для их практической реализации.

3. Механическая прочность образцов не всегда соответствует содержанию в них ПА, что связано в большей степени с неравномерным его распределением в образцах. Этот фактор имеет весьма существенное значение, так как прямо зависит от размера частиц ПА. Из приведенных экспериментальных данных видно, что использование полиамида с размером частиц более 50 мкм не дает положительного результата по ряду причин. В основном это связано с тем, что равномерного распределения ПА в объеме прессованных образцов ТРГ не происходит, во-первых, из-за большой разницы в плотности частиц обоих компонентов (стадия получения смесей при перемешивании) и, во-вторых, низкой текучести его расплавов, что играет существенную роль на стадии термообработки. Хотя можно полагать, что расплавы ПА обладают хорошей адгезией

1. Механическая прочность модельных прессованных образцов ТРГ при введении ПА в количестве до 15 % увеличивается на 50–100 %, при этом оптимальным является содержание в образце 3–5 % ПА.

2. Температура термообработки, обеспечивающая достижение указанной величины механической прочности, ненамного превышает $t_{пл}$ ПА и соответствует 240–250 °С. Предварительные исследования показали, что температура эксплуатации технических изделий (прокладок, сальников) из таких материалов существенно не снижается по сравнению с аналогами, изготовленными из ТРГ без введения ПА.

3. При разработке нормативных документов на использование материалов на основе ТРГ и ПА и технологии для производства пресс-порошков и изделий необходима детализация процессов и режимов перемешивания компонентов смеси.

Авторы выражают благодарность профессору А.П. Корженевскому за предоставленные образцы полиамида и профессору А.А. Вечеру за ценные замечания при подготовке статьи.

1. Chung D. D. L. // J. Mat. Sci. 1987. Vol. 22. P. 4190.
2. Shanem J. H., Russel R. J., Bochman R. A. US Pat. 3404061. 1968.
3. Курневич Г. И., Иванов В. И., Говако Е. М. и др. Патент РБ 3302. 1999.
4. Doveil M. B., Novard R. A. // Carbon. 1986. Vol. 24. P. 311.
5. Курневич Г. И., Юрчиков В. С., Вечер А. А. // Неорг. материалы. 1995. Т. 34. № 4. С. 457.
6. Никитин Ю. А., Пятковский М. Л. // Порошковая металлургия. 1997. № 1-2. С. 43.
7. Yang Leng, Jialin Gu, Wenquan Cao, Tong-Yi Zhang // Carbon. 1998. Vol. 36. P. 875.
8. Chung D. D. L. US Pat. 4946892. 1990.
9. Atkinson A. W. et al. US Pat. 6177504. 2001.
10. Peng Xiao, Min Xiao, Kecheng Gong // Polymer. 2001. Vol. 42. P. 4813.
11. Кизина Т. А., Шемпель Н. А., Голипад П. Н., Курневич Г. И. // Журн. прикл. химии. 1993. Т. 66. С. 271.
12. Курневич Г. И., Говако Е. М., Иванов В. И. и др. Патент РБ 4998. 2002.

Поступила в редакцию 23.12.2002.

Геннадий Иванович Курневич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории физической химии твердого тела НИИФХП БГУ.

Татьяна Антоновна Садова – младший научный сотрудник лаборатории физической химии твердого тела НИИФХП БГУ.

Леонид Степанович Богинский – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник БНТУ.

Дмитрий Иванович Божко – аспирант кафедры порошковой металлургии и композиционных материалов БНТУ. Научный руководитель – Л.С. Богинский.



УДК 577.113.083

О.И. ГУБИЧ, М.В. ШОЛУХ

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ цАМФ МЕТОДОМ РАДИОИММУННОГО АНАЛИЗА

The article is devoted to the description of methods for optimization of cAMP radioimmunoassay. The influence of buffer's nature, pH, albumin concentration and antiserum's state on sensitivity and reproducibility of assay is regarding. Modifications in cAMP immunoassay allow measurement this nucleotide over the range 2–500 fmol/sample with the sensitivity of 0,02 pmol/ml.

Среди методов определения цАМФ *in vitro* наиболее эффективным и чувствительным является радиоиммунологический анализ (РИА), предложенный в [1, 2]. Основанный на конкуренции между [125 I]-цАМФ и немеченым нуклеотидом за специфические центры связывания на молекуле антитела РИА позволяет быстро и надежно определять цАМФ, находящийся в биологическом материале в концентрации 10^{-9} – 10^{-10} М. Это дает возможность использовать его для проведения фундаментальных исследований (сигнальная трансдукция, молекулярная эндокринология, биохимическая фармакология [3, 4]) и в клинической практике (диагностика злокачественных новообразований, гормональных расстройств, почечной недостаточности, аллергических и аутоиммунных заболеваний [5]).

В настоящее время западными производителями разработан ряд вариантов наборов для РИА цАМФ, позволяющих производить измерения в диапазоне 0,1–25 нмоль цАМФ в пробе и различающихся продолжительностью анализа, характером входящих в их состав компонентов, эффективностью и воспроизводимостью результатов. В 1990–1992 гг. кафедрой биохимии БГУ совместно с Институтом биоорганической химии НАН Беларуси был создан первый отечественный набор для РИА цАМФ по конкурентному типу, который позволял определять цАМФ в интервале 1–100 пмоль/мл с чувствительностью менее 0,8 пмоль/мл.

Накопленный на кафедре биохимии опыт использования набора послужил основанием для его дальнейшего совершенствования с целью повышения чувствительности метода и воспроизводимости полученных результатов.

Материал и методика

Для РИА цАМФ были использованы следующие реагенты:

1. [125 I]-цАМФ (125 I-2'-О-сукцинил-3',5'-цАМФ тирозинметилловый эфир) с объемной активностью 40–150 кБк/мл.

2. В качестве связывающего агента служили поликлональные антитела, полученные путем многократной иммунизации кроликов конъюгатом сукцинил-цАМФ-сывороточный альбумин человека согласно [6], которые разводили соответствующим буферным раствором до титра, обеспечивающего 50 % связывание лиганда.

3. Стандартные растворы цАМФ (2, 5, 13, 32, 80, 200, 500 фмоль/проба) для построения калибровочной кривой.

4. Преципитирующий агент содержал полиэтиленгликоль 6000 и изопропанол.

5. В качестве буферных растворов для разведения перечисленных компонентов использовали 5мМ Na-ацетатный, 25 мМ имидазольный или 0,1 М цитратный буферные растворы с различными значениями pH.

Все реагенты, за исключением системы разделения, содержали 0,02 % азида натрия.

Ацилирование цАМФ, необходимое для повышения чувствительности метода и снижения эффекта кроссреактивности, проводили по [6]. Для определения цАМФ 20 мкл предварительно ацилированного нуклеотида вносили в пробирки и последовательно добавляли 180 мкл раствора [¹²⁵I]-цАМФ и 100 мкл раствора антител. Через 18 ч инкубации при 4 °С в пробирки вносили 1 мл преципитирующего реагента; содержимое интенсивно перемешивали и центрифугировали 30 мин при 3000 г на центрифуге РС-6. Супернатант удаляли водоструйным насосом; в полученном осадке радиоактивность [¹²⁵I] измеряли на счетчике "1470-Wizard" (Финляндия). Построение калибровочного графика в координатах B_i/B_0 в % (где B_i – количество импульсов в минуте в n -пробе, B_0 – количество импульсов в пробе, не содержащей цАМФ) и анализ полученных экспериментальных данных выполняли с помощью пакета программ MultiCalc; коэффициент вариации рассчитывали по [7].

Результаты и их обсуждение

Одним из ключевых компонентов реакционной среды, в которой проводится определение содержания цАМФ, является природа буферного раствора и его pH.

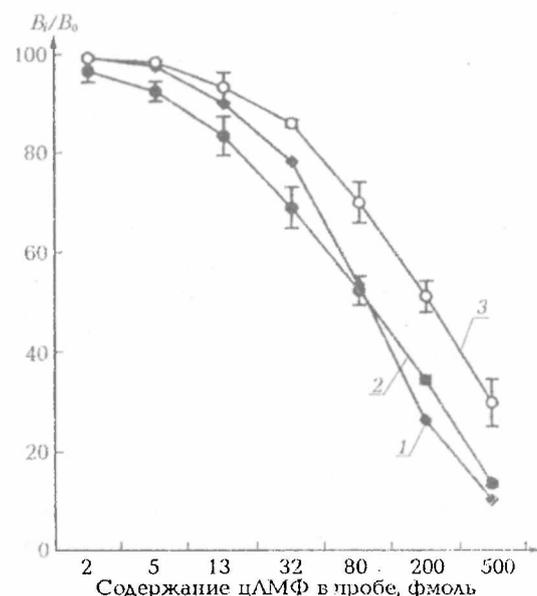


Рис. 1. Зависимость характера калибровочной кривой от типа буферной системы при pH 6,2: 1 – имидазол-HCl буфер, 25 мМ; 2 – Na-ацетатный буфер, 5 мМ; 3 – Na-цитратный буфер, 0,1 мМ

В настоящее время в коммерческих наборах западных фирм наиболее часто применяются Na-ацетатная и фосфатная буферные системы, для которых характерна одинаковая величина pH, способная обеспечить наиболее полную реакцию антиген – антитело, т.е. pH 5,5–6,5 [8]. Исходя из этого, для проведения оптимизации нами были использованы 5мМ Na-ацетатный, 25 мМ имидазол-HCl и 0,1 М Na-цитратный буферные растворы, имеющие высокую буферную емкость в указанном диапазоне pH. Установлено, что калибровочные кривые, полученные при использовании реагентов, приготовленных на 5мМ Na-ацетатном и 25мМ имидазольном буферах (pH 6,2), имеют значительно лучшие параметры, чем кривые, выполненные с использованием

0,1 М Na-цитратного (pH 6,2), вызывающего смещение калибровочной кривой в область более высоких концентраций цАМФ (рис. 1). Ввиду экономической целесообразности и отсутствия явных качественных различий между имидазольной и ацетатной системами дальнейшая работа выполнялась с использованием 5мМ Na-ацетатного буфера.

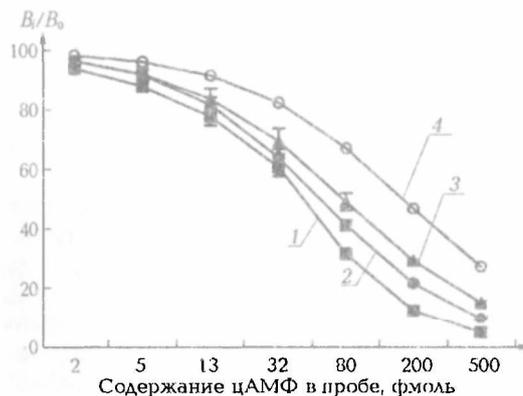


Рис. 2. Зависимость характера калибровочной кривой от величины pH инкубационной среды, приготовленной на 5мМ имидазол-ацетатном буфере: 1 – pH 5,5; 2 – pH 5,7; 3 – pH 6,2; 4 – pH 6,5

(интервала низких концентраций лиганда, определение которых в данной системе невозможно или неадекватно), наиболее выраженной при использовании имидазол-ацетатного буфера с pH 6,5 и полностью отсутствующей при pH 5,5–5,7. Одновременно наблюдается увеличение протяженности крутой части кривой, соответствующей с практической точки зрения тому интервалу концентраций цАМФ, в котором его определение достигает максимальной эффективности, поэтому дальнейшая работа проводилась с использованием 5мМ ацетатного буфера с pH 5,7.

Известно, что на качественные и количественные параметры РИА, помимо природы и параметров буферной системы, влияет и присутствие в реакционной среде стабилизирующих агентов типа бычьего сывороточного альбумина (БСА), обеспечивающих снижение неспецифической сорбции антигена и стабилизацию антител в растворе при большом разведении антисыворотки [8]. В связи с этим была изучена зависимость параметров ED_{20} , ED_{50} , ED_{80} , характеризующих калибровочную кривую, от содержания в инкубационной среде БСА. Данные параметры соответствуют концентрациям стандартного раствора цАМФ, вызывающим угнетение связывания [125 I]-цАМФ на 20, 50 и 80 % соответственно. Установлено, что возрастание концентрации белка в пробе с 5,7 до 12,2 мг/мл приводит к сужению диапазона определяемых концентраций цАМФ (32–500 фмоль/проба), возрастанию параметров ED_{50} , ED_{80} и нежелательному повышению величины неспецифического связывания (NSB), достигающему в данном эксперименте почти 5 %. Таким образом, в дальнейшей работе использовали реактивы, приготовленные на 5мМ Na-ацетатном буфере (pH 5,7); концентрация БСА в среде инкубации не превышала 5,7 мг/мл.

Одним из широко обсуждаемых в литературе способов повышения эффективности РИА является уменьшение в системе количества связывающего агента [8]. Справедливость этого утверждения иллюстрирует табл. 1. Согласно представленным в ней результатам, снижение титра антисыворотки от 1:8 000 до 1:42 000 вызывало заметное смещение калибровочного графика в область низких концентраций цАМФ, что нашло отражение в значительном уменьшении величин ED и повышении чувствительности метода. Вместе с тем разведение антисыворотки возможно до определенного предела. Так, при титре 1:42 000 наблюдалось связывание всего лишь около 19 % [125 I]-цАМФ, одновременно более чем в 2 раза увеличивался коэффициент вариации – К. В. (см. табл. 1).

В связи с этим для дальнейшей работы была использована антисыворотка титра 1:32 000, обеспечивающая максимальное концентрационное

Далее необходимо было установить возможную взаимосвязь между величиной pH (внутри допустимого для осуществления РИА диапазона) и характером получаемых калибровочных кривых. Полученные результаты (рис. 2) свидетельствуют о некотором повышении чувствительности анализа при снижении pH с 6,5 до 5,7, что, вероятно, является следствием повышения эффективности взаимодействия антител с цАМФ при закислении pH среды. Повышение чувствительности в данном случае проявляется в сужении зоны “верхнего плато”

разрешение метода при сохранении высокой воспроизводимости результатов в случае параллельных определений. Для сведения к минимуму вероятности повреждения структуры связывающего агента оттитрованную антисыворотку хранили при 2–4°C с добавлением в качестве консерванта 0,02 % азида натрия, что позволило сохранить связывающий агент в стабильно рабочем состоянии в течение 6 месяцев.

Таблица 1
Зависимость параметров калибровочной кривой от титра связывающего агента

Титр антисыворотки	ED ₂₀	ED ₅₀	ED ₈₀	B ₀ /T, %	К. В., %
	фмоль/проба				
1:8 000	–	562,7	57,2	47,13	2,1
1:12 000	836,8	143,1	24,5	41,40	2,7
1:24 000	460,4	111,0	26,8	33,78	3,6
1:32 000	133,3	34,6	7,2	31,60	3,4
1:42 000	276,3	28,9	3,0	18,90	7,4

Примечание. Величины ED₂₀, ED₅₀, ED₈₀ соответствуют концентрациям стандартного раствора цАМФ, вызывающим угнетение связывания [¹²⁵I]-цАМФ на 20, 50 и 80 % соответственно. К. В. (n=8) рассчитан для всех точек калибровочной кривой. B₀ – скорость счета (имп./мин) связанного с антителами [¹²⁵I]-цАМФ.

Здесь и в табл. 2 T – скорость счета общего количества [¹²⁵I]- цАМФ в пробе.

В табл. 2 представлена сравнительная характеристика параметров, характеризующих оптимизированный набор и его аналоги, производимые фирмами “Амершам” (Великобритания), “Дю Пон” (США), “Инстар” (Чехословакия). В качестве критериев эффективности метода выбраны следующие величины: интервал определяемых набором концентраций цАМФ, коэффициенты вариации при низких (К. В. 1) и высоких (К. В. 2) концентрациях лиганда, величины неспецифического связывания (NSB/T, %) и ED₂₀, ED₅₀, ED₈₀.

Таблица 2
Сравнительная характеристика наборов для РИА цАМФ

Фирма	ED ₂₀	ED ₅₀	ED ₈₀	NSB/T, %	К. В. 1, %	К. В. 2, %	Определяемая [цАМФ], фмоль/проба
	фмоль/проба						
“Дю Пон”	660,0	150,1	47,5	>5	14	6,8	30–1200
“Амершам”	1400,0	200,0	50,0	2–3	12	3–4	25–1600
“Инстар”	1000,0	200,0	60,0	2–3,5	10–12	5–6	50–2000
БГУ (оптимизированный набор)	165,3	39,5	9,5	2,7–2,9	13,8	5,4	2–500

Примечание. NSB – неспецифическое связывание [¹²⁵I]-цАМФ в пробе, не содержащей антисыворотку к цАМФ. К. В. – коэффициент вариации результатов измерений (n=8) концентраций цАМФ (фмоль/проба).

Обобщая полученные в ходе проведения оптимизации результаты, можно заключить, что наилучшие параметры проведения РИА цАМФ имеют место при использовании 5 мМ Na-ацетатного (25 мМ имидазольного) буфера (рН 5,7), БСА в концентрации 5,7 мг/мл, ацилированных образцов цАМФ и антисыворотки, не подвергшейся замораживанию и лиофилизации.

Внесенные изменения позволяют проводить воспроизводимое определение цАМФ в диапазоне концентраций от 2 до 500 фмоль в пробе с чувствительностью 0,02 пмоль/мл, обеспечивая возможность его применения для точных биохимических исследований.

- Steiner A.L., Kipnis D.M., Utiger R. // Proc. Nat. Acad. Sci. US. 1969. Vol. 64. P. 367.
- Steiner A.L., Parker C.W., Kipnis D.M. // J. Biol. Chem. 1972. Vol. 247. P. 1106.
- Палмер Д. К. Нейрофармакология циклических нуклеотидов. М., 1982.
- Ткачук В. А. // Биол. науки. 1987. Т. 6. С. 5.
- Федоров Н.А. Биологическое и клиническое значение циклических нуклеотидов. М., 1979.
- Cailla H.L., Racine-Weisbuch M.S., Delaage M.A. // Anal. Biochemistry. 1973. Vol. 56. P. 394.
- Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. М., 1973.
- Чард Т. Радиоиммунологические методы. М., 1981.

Поступила в редакцию 28.02.2003.

Оксана Игоревна Губич – аспирант кафедры биохимии. Научный руководитель – М.В. Шолух.

Михаил Васильевич Шолух – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ биохимии обмена веществ.

В.Д. ПОЛИКСЕНОВА

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА МИКОЗОВ КУЛЬТУРЫ ТОМАТА
В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ БЕЛАРУСИ.****Ч. 1. КЛАДОСПОРИОЗ**

Tomato leaf mould is one of the most destructive disease of plants in the world. In this article we discuss the dynamics of the spread of tomato leaf mould in Belarus during the last 30 years. It was found that the degree of spreading of the disease has decreased recently. The extent of plant affection is variable and depends on the resistance genotype of plant and dynamics of appearance of physiological races with new virulence in populations of pathogen.

Сооружения защищенного грунта представляют собой более или менее замкнутые агроэкосистемы, максимально ориентированные на создание оптимальных условий для одного вида растений. Эти же условия в свою очередь нередко оказываются весьма благоприятными для развития ряда патогенов, которые коэволюционировали с данным видом растения-хозяина. В результате происходит развитие микроэпифитотий, которые на культуре томата могут привести к потерям до 80–100 % урожая [1]. Сооружения защищенного грунта характеризуются разным уровнем автономности внутреннего климата. В большей степени он регулируется в обогреваемых остекленных и пленочных теплицах, в меньшей – в широко распространенных необогреваемых пленочных стационарных теплицах и временных укрытиях.

Специфика микроклимата, а также особенности культурооборота обуславливают несколько различающийся видовой состав патогенов, их встречаемость и вредоносность в разных культивационных сооружениях. В Беларуси из 23 зарегистрированных нами на томатах заболеваний наиболее часто в остекленных и пленочных теплицах встречаются такие микозы, как кладоспориоз, фузариоз, серая гниль.

Систематическое наблюдение за появлением, распространением и степенью поражения томата патогенными микромицетами в различных сооружениях и культурооборотах защищенного грунта проводилось нами с 1972 г. в крупных тепличных комплексах преимущественно Минской и Могилевской, отчасти Витебской, Гродненской, Брестской областей, фермерских хозяйствах и на приусадебных участках, а также на госсортоучастках и в селекционном центре Белорусского НИИ овощеводства, где сосредоточено большое разнообразие генотипов томата. Степень поражения растений учитывали по 5-балльной равнодистанционной шкале. Распространенность и развитие болезни определяли общепринятыми методами [2], встречаемость к заболеванию, учитывая специфику выращивания культуры, – как процент теплиц с пораженными растениями от общего числа обследованных.

Последние 30 лет характеризовались интенсивным развитием технологии выращивания томатов в защищенном грунте, изменением структуры посевов в теплицах, сменой сортимента. Все это оказывало влияние на фитопатологическую ситуацию. Значительное увеличение числа сооружений защищенного грунта с середины 1970-х до середины 1980-х гг. сопровождалось ростом площади, занятой под культурой томата: в остекленных теплицах она выросла в 3 раза, достигнув 7,8 га, в пленочных – соответственно в 1,8 раза и 74 га. Вместе с тем доля томата в раннем зимне-весеннем культурообороте остекленных теплиц оставалась небольшой по сравнению с более рентабельной культурой огурца. Томат выращивали преимущественно в пленочных необогреваемых и в остекленных теплицах в осенне-зимнем культурообороте, что было связано с ограниченным выбором сортов томата, адаптированных к условиям защищенного грунта Беларуси, недостаточной их устойчивостью к комплексу заболеваний, несовершенством технологии возделывания, низкой урожайностью.

К 2000 г. произошли существенные изменения: в настоящее время культуру томата выращивают в основном в общественном секторе преимущественно в остекленных теплицах в продленном обороте на площади около 200 га, нередко с использованием малообъемной технологии. Урожайность томата выросла почти вдвое и достигла 24,9 кг/м² [3]. Что касается пленочных теплиц, то с 1991 г. наблюдается их сокращение в общественном секторе [4]. Вместе с тем нельзя не учитывать, что более 1200 га пленочных теплиц находятся в частном секторе страны, и, очевидно, около половины этой площади используется для выращивания томата.

Кроме структуры посевных площадей под культурой томата, значительно изменился возделываемый сортимент. На протяжении 1980-х гг. были выведены и районированы новые болезнестойчивые сорта и гетерозисные гибриды российской, украинской, молдавской, литовской, белорусской селекции [5], крупные тепличные комбинаты получили возможность закупать семена голландской селекции с устойчивостью к одному или нескольким заболеваниям. В то же время нередко использовались полученные в республике семена F₂ голландских гибридов Рианто, Ревермун, Виранто, что приводило к созданию расщепляющейся по устойчивости популяции томата.

Наряду с этим в пленочных теплицах продолжали выращивать восприимчивые сорта открытого грунта (Перамога 165, Киевский, Доходный и др.). Возросшее разнообразие сортов и введение в агроценозы растений с новым комплексом генов устойчивости определили микроэволюционные процессы в популяциях патогенов, что отразилось на периодах депрессии и вспышек тех или иных инфекционных заболеваний.

Одним из наиболее распространенных и вредоносных микозов томата в защищенном грунте является кладоспориоз, или бурая пятнистость листьев, вызываемая грибом *Cladosporium fulvum* Ске. Патоген поражает листовые органы растения, вызывая образование многочисленных пятен, вначале хлоротичных, позднее покрывающихся с нижней и верхней стороны обильным спороношением оливково-бурого цвета. Больные листья засыхают, а урожай, несмотря на то, что плоды остаются здоровыми, снижается весьма значительно в зависимости от устойчивости сорта и сроков поражения – от 13 до 36 % и более. Пылящая масса спор вызывает аллергию.

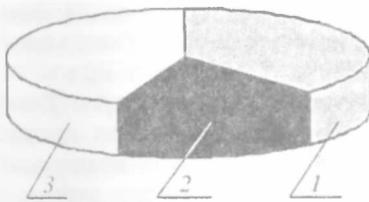
В табл. 1 приведены данные о динамике распространенности и степени поражения томатов грибом *C. fulvum* за 1972–2000 гг., которые свидетельствуют о том, что на протяжении всего периода систематического исследования заболевания в Беларуси кладоспориоз продолжает встречаться во всех типах теплиц и во всех культуuroборотах, преобладая в весенне-летнем культуuroбороте пленочных необогреваемых теплиц (рисунок). Практически ежегодно заболевание наблюдалось во всех либо в отдельных типах культивационных сооружений защищенного грунта. Многолетняя динамика поражения кладоспориозом позволяет выявить годы с депрессивным, умеренным и эпифитотийным развитием болезни. Депрессия заболевания во всех типах обследованных теплиц наблюдалась в 1978, 1981, 1998 гг.; вспышки отмечены в 1982, 1984, 1986, 1988, 1991, 1995–1997 гг.; остальные годы характеризовались в целом умеренным развитием кладоспориоза. Вместе с тем из табл. 1 видно, что с конца 1970-х гг. в остекленных теплицах болезнь стала встречаться реже. Так, с 1978 г. кладоспориоз отмечен 12 раз в зимне-весеннем культуuroбороте и 7 раз – в летне-осеннем культуuroбороте из 22 лет наблюдений. Чаще отмечался кладоспориоз в весенне-летнем культуuroбороте пленочных теплиц – 17 раз за 22 года.

Сравнение за разные периоды показателей "распространенность" и "развитие болезни" позволило выявить определенные закономерности многолетней динамики патогенеза в разных типах теплиц. В табл. 2 представлены средние значения распространенности и развития кладоспориоза за 3 периода:

Таблица 1

**Распространение и развитие кладоспориоза
в сооружениях защищенного грунта Беларуси (1972–2002 гг.)**

Год	Обследованная площадь, м ²	Распространенность болезни, %	Развитие болезни, %		
			Остекленные теплицы, культурооборот		Пленочные необогреваемые теплицы
			зимне- весенний	осенне- зимний	
	71 400	44,1	43,7	56,1	10,4
1973	13 690	29,3	24,4	17,7	22,3
1974	1 259	50,1	38,2	21,7	21,6
1975	65 350	38,1	15,2	62	–
1977	30 800	2,9	32,5	0	8,4
1978	16 300	7,6	0	0	9,8
1981	8 300	15,8	17,0	0	0
1982	91 300	43,9	0	41,4	82,6
1983	111 300	31,4	0	–	56,0
1984	143 600	38,3	18,1	36,8	80,0
1985	16 300	9,8	0	14,2	28,0
1986	87 000	70,1	5,0	67,8	72,4
1987	37 000	17,1	21,4	0	18,5
1988	47 000	42,6	0	–	70,0
1989	112 000	36,6	0	43,4	–
1990	147 000	27,2	48,0	–	–
1991	57 000	35,1	39,0	–	67,2
1995	18 000	15,7	34,4	–	82,1
1996	60 100	42,1	28,7	–	43,0
1997	51 300	57,6	41,2	–	54,8
1998	51 300	25,9	5,0	–	0
1999	24 100	2,1	0	–	52,0
2000	32 500	28,5	4,0	–	67,2
2001	15 000	11,2	0	–	38,4
2002	17 000	8,4	5,3	–	22,1



Встречаемость кладоспориоза в различных культуuroоборотах теплиц:
1 – зимне-весенний (38,2 %), 2 – осенне-зимний
(17,6 %), 3 – весенне-летний (44,2 %)

1) 1972–1975 гг. – начало исследований по кладоспориозу, когда общая площадь под культурой томата в защищенном грунте была сравнительно невелика, а в зимне-весеннем культуuroобороте – незначительна. Доминировали детерминантные сорта открытого грунта или индетерминантного типа без генов устойчивости к патогенам в теплицах;

2) 1977–1989 гг. – экстенсивно-интенсивное развитие тепличного овощеводства, характеризовавшееся расширением площадей под томатами преимущественно в пленочных необогреваемых теплицах; появлением сортов и гибридов томата, обладающих одним или двумя генами устойчивости к патогенам и специализированных для разных типов культивационных сооружений;

3) 1990–2002 гг. – резкое сокращение площади под томатами в пленочных теплицах; значительное увеличение доли томата в зимне-весеннем культуuroобороте (с переводом его в продленный тип); переход к интенсивным голландским технологиям выращивания, основанным на малообъемной гидропонике; появление нового поколения тепличных гибридов с комплексной устойчивостью к нескольким патогенам.

В целом можно отметить устойчивую отрицательную динамику распространенности кладоспориоза (см. табл. 2). Что же касается развития болезни, то здесь выявляются разнонаправленные тенденции: в остекленных теплицах она снизилась в 1,5–2,5 раза. В зимне-весеннем культуuroобороте пораженность растений значительно уменьшилась в 1977–1989 гг. В дальнейшем было отмечено возрастание кладоспориоза, что связано, по-видимому, с появлением высоковирулентных рас, адаптированных к новым

сортам и гибридам томата. В осенне-зимнем культурообороте развитие болезни имеет постоянную тенденцию к уменьшению. Это можно объяснить как выращиванием болезнестойчивых сортов, так и введением продленного культурооборота на основе малообъемной технологии во многих тепличных комбинатах.

Таблица 2
Сравнительная характеристика средних значений распространенности и развития кладоспориоза (1972–2002 гг.)

Годы	Распространенность, %	Развитие болезни, %		
		Остекленные теплицы, культурооборот		Пленочные необогреваемые теплицы
		зимне-весенний	осенне-зимний	
1972–1975	41,1	30,4	37,3	18,1
1977–1989	28,7	13,8	18,5	33,4
1990–2002	25,4	20,6	7,5	42,6
1977–2002	27,1	17,2	13,0	38,0

Таким образом, повсеместная замена с 1977 г. в остекленных теплицах восприимчивых сортов на устойчивые к кладоспориозу привела к снижению в 2002 г. как распространенности, так и развития болезни.

В пленочных необогреваемых теплицах отмечена тенденция к возрастанию пораженности растений, что, вероятно, связано со значительным

ростом площадей под томатами в этих теплицах к 1990 г., широким выращиванием в них высоковосприимчивых сортов открытого грунта, а также падением после 1990 г. культуры земледелия.

Анализ поражения сортов показал, что в 37 % из них отмечено значительное развитие кладоспориоза (балл 3–4) на образцах без генов устойчивости, причем преимущественно в пленочных теплицах. В 25 % случаев высокой балл поражения зарегистрирован на генотипах с одним из генов устойчивости Cf: российские гибриды F₁ Гамаюн с геном Cf₃, F₁ Дунай (Cf₄), F₁ Русич (Cf₄), F₁ Мурза (Cf₅), голландские гибриды F₁ Revermun (Cf₄), F₁ Maeva (Cf₅), F₁ Aromata (Cf₅). Значительное поражение этих образцов совпало с появлением в популяции патогена новых физиологических рас с более широким спектром вирулентности – 1.3.4 в 1982–1983 гг., 1.2.3.4.5 в 1996 г.

Сроки появления кладоспориоза в разных типах теплиц варьируют. Для зимне-весеннего культурооборота наиболее ранними являются даты 18.04.79 г. и 25.04.90 г. Ранним также можно считать появление кладоспориоза во второй декаде мая (1984 г.) – времени созревания плодов в остекленных теплицах.

В пленочных необогреваемых теплицах кладоспориоз обычно появляется во второй половине июня в период плодообразования. При посадке томата в конце апреля – начале мая заболевание растений возможно еще до первых сборов плодов.

Кроме сроков появления, в развитии болезни важную роль играет скорость протекания инфекционного процесса, обусловленная уровнем горизонтальной устойчивости растений, влиянием факторов окружающей среды, наличием инфекции и др.

Длительный мониторинг появления и развития кладоспориоза позволил зафиксировать явление, не типичное для этого заболевания в умеренной агроклиматической зоне, – поражение томатов в открытом грунте. В литературе имеются сведения о поражении томатов кладоспориозом в отдельные годы в открытом грунте, однако они касаются значительно более южных регионов – штата Массачусетс (США) [6], Татарстана [7], Грузии [8], Краснодарского края России [9]. В 1997 г. Э.А. Власова [10] сообщила о том, что кладоспориоз прогрессирует во многих южных регионах России и Украины, поражая 70–80 % генотипов томата в открытом грунте. Впервые в Беларуси кладоспориоз на томатах в открытом грунте был отмечен нами в 1974 г. Затем регистрировался в 1995–1997 гг., 1999 и 2000 гг. Во всех случаях заболевание появлялось не в полевых условиях, а на локальных, за-

щищенных от ветра приусадебных участках (г. Минск, Минский район; г. Могилев, Чаусский район Могилевской области). Вспышка кладоспориоза отмечена на восприимчивых сортах открытого грунта без генов устойчивости. Особенно значительное поражение зарегистрировано в 1996 г.: развитие болезни на сортах Киевский, Ружа, Калинка достигало 80–85 % (балл 3–4); на сорте Де Барао – 1–2 балла. За исключением 2000 г., когда заражена была рассада, источник инфекции идентифицировать не удалось. Отметим, что в 1996 г., начиная с середины июня, наблюдался повсеместный и значительный рост кладоспориоза в промышленных (совхоз "Минская овощная фабрика", колхоз им. Гастелло Минского района, "Вейнянский тепличный комбинат" Могилевской области), селекционных и сортоиспытательных теплицах (БелНИИ овощеводства, ИГЦ НАН Беларуси, Белорусская сельскохозяйственная академия, Минский и Могилевский госсортоучастки защищенного грунта), а также на приусадебных участках. Были поражены не только универсально восприимчивые сорта без генов устойчивости, но и гетерозисные гибриды с геном Cf₅, на котором базируется современная селекция на иммунитет. Необходимо отметить также, что поражение кладоспориозом в открытом грунте отмечено не только в местах, где сконцентрировано тепличное производство томатов и можно было бы предполагать перенос инфекции из теплиц и предварительный отбор высоковирулентных и агрессивных форм, но и в изолированных среди леса небольших локалитетах, удаленных от тепличных комплексов не менее чем на 100 км.

Таким образом, фитопатологический мониторинг свидетельствует об устойчивой динамике снижения в защищенном грунте Беларуси распространности кладоспориоза с введением в производство болезнеустойчивых сортообразцов томата. Многолетние наблюдения показывают, что ритмика развития болезни в теплицах имеет волнообразный характер. Наиболее значительные вспышки кладоспориоза совпадают с появлением новых физиологических рас с расширенным спектром вирулентности возбудителя заболевания гриба *S. fulvum*. Сложная эпифитотиологическая обстановка складывается в пленочных необогреваемых теплицах, особенно в частном секторе, что дает основание расценивать их как неконтролируемый или мало контролируемый источник инфекции. Общая фитопатологическая ситуация свидетельствует о высокой адаптивной способности возбудителя кладоспориоза и необходимости постоянного контроля за динамикой процесса в защищенном и открытом грунте.

1. Поликсенова В.Д. // Защита растений на рубеже XXI века: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию БелНИИЗР (Минск – Прилуки, 19–21 февр. 2001 г.). Мн., 2001. С. 225.
2. Хохряков М.А., Потлайчук В.И., Семенов А.Я., Элбакян М.А. Определитель болезней сельскохозяйственных растений. Л., 1984. С. 121.
3. Аутко А.А. // Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня организации Бел. науч.-исслед. ин-та овощеводства, Минск, 6–7 мая 2000 г. Мн., 2000. С. 26.
4. Андреева Е.А. // Овощеводство: Сб. науч. тр. Мн., 1999. Вып. 11. С. 30.
5. Районированные сорта – основа высоких урожаев: Каталог районированных сортов по Беларуси. Мн., 1998. С. 124.
6. Manning W.J., Cox E.A. // Plant. Des. Reporter. 1973. Vol. 57. № 2. P. 179.
7. Бастрарева Т.А. // Сборник аспирантских работ Казанского университета. Естественные науки. Биология. Химия. Казань, 1975. С. 130.
8. Маглакелидзе А.И. // Картофель и овощи. 1979. № 8. С. 40.
9. Власова Э.А., Петровская Н.Н. // Бюллетень Всесоюзного ордена Ленина и ордена Дружбы народов Института растениеводства им. Н.И. Вавилова. 1981. Вып. 109. С. 30.
10. Власова Э.А. // Актуальные проблемы фитовирусологии и защиты растений: Материалы науч. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения чл.-кор. АН Республики Беларусь проф. А.Л. Амбросова, Прилуки, 16 июня 1997 г. Мн., 1997. С. 108.

Поступила в редакцию 18.03.2003.

Валентина Дмитриевна Поликсенова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой ботаники.

ФЛОРА НАВАКОЛЛЯ пас. РАКАЎ

Flora of racov region, was stadiied, including it a taxonomic structure, phytochorological specificity. Rare and protected plant species were defined.

Вывучэнне флоры наваколля пас. Ракаў цесна звязана з вывучэннем флоры Беларусі ў цэлым. Першай працай, якая ў пэўнай ступені адлюстроўвае вынікі батанічных даследаванняў асобных раёнаў Беларусі, з'явіўся "Очерк флоры цветковых растений Минской губернии" В.В. Пашкевіча (1883).

У XX ст. вывучэнню флоры Беларусі была прысвечана манаграфія В. Палянскай "Склад флоры Беларусі і геаграфічнае пашырэнне паасобных відаў" (1931), дзе дадзена агульная характарыстыка флоры, устаноўлены яе геаграфічныя элементы. У пяцітомнай "Флоры БССР" для тэрыторыі Валожынскага раёна, у склад якога ўваходзіць пас. Ракаў, падаецца 7 відаў раслін [1]. З 1970-х гг. акрэслілася тэндэнцыя выяўлення рэдкіх і знікаючых відаў раслін, а таксама вывучэнне відаў, якія знаходзяцца ў Беларусі на межах натуральнага распаўсюджвання. У "Харалогіі флоры Беларусі" для тэрыторыі Валожынскага раёна прыводзіцца 27 відаў раслін [2]. Часткова флора гэтага раёна вывучалася як састаўная заходняя частка флоры Налібоцкай пушчы [3]. Усходняя ж частка раёна, дзе знаходзіцца пас. Ракаў, у фларыстычных адносінах вывучана не была, і таму гербарныя зборы адсутнічалі. Гэты прабел быў ліквідаваны ў вясенне-летнія перыяды 1979–1980 гг. Фларыстычным даследаваннем былі ахоплены даліны рэк Іслач, Яршоўка, Лявонаўка, ваколіцы пас. Ракаў, вёсак Міхалова, Палачанка, Бузуны, Пярэжыры, Выганічы, Душкава, Гярвелі, Міжрэчча, Паморшчына, Кучкуны, хут. Лявонаўка, наваколле летнікаў "Юбілейны", "Сонечны", "Фестывальны". Спарадычна даследаванне некаторых тэрыторый праводзілася і ў наступныя гады.

Акрамя інвентарызацыі флоры, высвятлялася экалагічная, фітацэнатычная прымеркаванасць відаў. Быў праведзены аналіз па геаграфічных элементах, вызначаны жыццёвыя формы раслін, выдзелены рэдкія і ахоўваемыя віды, а таксама гаспадарча карысныя. Сабраны гербарны матэрыял захоўваецца ў Гербарыі БДУ (MSKU) і НАН Беларусі (MSK).

Як паказалі нашы даследаванні, флора наваколля пас. Ракаў налічвае 532 віды сасудзістых раслін, якія аб'яднаны ў 298 родаў і 87 сямей, якія ўключаюць пераважна дзікарослыя расліны, і толькі нязначная частка прадстаўлена дзікаючымі і натуралізаванымі. Прадстаўлены ўсе аддзелы вышэйшых сасудзістых раслін: хвашчы – 6 відаў, дзераза – 3, папараці – 6, голанасенныя – 3, пакрытанасенныя – 524 (з іх двухдольных – 421, аднадольных – 103). Па колькасці відаў дзесяць асноўных сямей размеркаваны наступным чынам (табліца).

Парадак размеркавання вядучых сямей

Сям'я	Колькасць відаў	% ад агульнай колькасці відаў
Asteraceae Dumort.	61	11,4
Poaceae Barnhart	47	8,8
Fabaceae Lindl.	29	5,4
Rosaceae Juss.	28	5,2
Lamiaceae Lindl.	28	5,2
Cyperaceae Juss.	27	5,1
Caryophyllaceae Juss.	22	4,1
Ranunculaceae Juss.	21	3,9
Brassicaceae Burnett	21	3,9
Scrophulariaceae Juss.	20	3,7

На іх долю прыпадае 304 віды, або 57.1 % ад усёй флоры, што ў цэлым адпавядае гэтаму паказчыку для Беларусі. Па колькасці відаў таксама вылучаюцца сем'і **Aplacaeae Lndl.**, **Polygonaceae Juss.** і **Salicaceae Mirb.**, якія налічваюць па 18, 15, 12 відаў адпаведна, астатнія сем'і – да 10 відаў. Па аднаму віду маюць 30 сямей. Самымі буйнымі па колькасці родаў з'яўляюцца сем'і: **Asteraceae** – 34, **Poaceae** – 28, **Brassicaceae** – 20, **Lamiaceae** – 17, **Rosaceae**, **Aplacaeae**,

Caryophyllaceae – 14, **Fabaceae**, **Scrophulariaceae**, **Ranunculaceae** – па 10. Самым прадстаўнічым па колькасці відаў з'яўляецца род *Carex* L. – 21 від, астатнія роды маюць наступную колькасць відаў: *Salix* L. – 11, *Trifolium* L. – 9; *Veronica* L., *Viola* L., *Ranunculus* L. – па 8; *Campanula* L., *Poa* L., *Galium* L. – па 7; *Polygonum* L., *Geranium* L. – па 6; *Rumex* L., *Vicia* L., *Rosa* L. – па 5.

Найбольш часта сустракаюцца наступныя прадстаўнікі вядучых сем'яў і родаў: **Asteraceae** – *Achillea millefolium* L., *Taraxacum officinale* Wigg. s. l., *Centaurea cyanus* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.; **Poaceae** – *Dactylis glomerata* L., *Poa trivialis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski і інш.; **Cyperaceae** – *Carex nigra* (L.) Reichenb., *C. flava* L., *C. ericetorum* Poll.; **Lamiaceae** – *Thymus serpyllum* L., *Ajuga reptans* L., *Lamium album* L.; **Rosaceae** – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Potentilla anserina* L.; **Fabaceae** – *Trifolium repens* L., *T. medium* L., *Vicia cracca* L.; **Brassicaceae** – *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Cardamine pratensis* L., *Erophila verna* (L.) Bess.; **Ranunculaceae** – *Anemona nemorosa* L., *Caltha palustris* L., *Ranunculus repens* L.

Флора даследаванага раёна генетычна неаднародная і складаецца з прадстаўнікоў розных геаграфічных элементаў. У фітахаралагічных адносінах яе ядро (68 %) састаўляюць еўрапейскі, галарктычны і еўрасібірскі геаграфічныя элементы.

Праведзены аналіз флоры па жыццёвых формах сведчыць, што ў яе складзе пераважаюць шматгадовыя травы – 352 віды; аднагадовыя травы налічваюць 80 відаў, адна-, двухгадовыя расліны – 14; двухгадовыя травы – 25; дрэвы – 21, кустоўнікі – 32; паўкустоўнікі – 4; кустоўнічкі – 4.

У адносінах да фактару ўвільготненасці выдзелена група гідрафітаў – *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea candida* J. et C. Presl, *Potamogeton natans* і інш.; а таксама гірафітаў – *Sium latifolium* L., *Calla palustris* L. і інш. Найвялікшую групу складаюць расліны-мезафіты (*Asarum europaeum* L., *Paris quadrifolia* L. і інш.); нязначная колькасць відаў належыць да ксерафітаў (*Pinus sylvestris* L., *Calluna vulgaris* L., *Thymus serpyllum* L. і інш.).

Флора наваколля пас. Ракаў прадстаўлена рознымі карыснымі раслінамі, сярод якіх тэхнічныя (дубільныя, фарбавальныя, жывіцаносныя), харчовыя, кармавыя, лекавыя, меданосныя і дэкаратыўныя. Некаторыя расліны з'яўляюцца пустазельнымі і рудэральнымі. Лекавых налічваецца 162 віды, кармавых – 194, меданосных – 140, дубільных – 42, фарбавальных – 39, дэкаратыўных – 83, пладова-ягадных – 12. Для нарыхтовак прыдатны *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Tussilago farfara* L., *Urtica dioica* L., *Plantago major* L. і інш. Добрымі меданосамі з'яўляюцца *Calluna vulgaris* L., *Tilia cordata* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Trifolium repens* L. і інш.

На вывучанай тэрыторыі адзначаны 24 рэдкіх і 11 ахоўваемых відаў: *Arnica montana* L., *Lunaria rediviva* L., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Aquilegia vulgaris* L., *Campanula persicifolia* L., *Trollius europaeus* L., *Lilium martagon* L., *Platanthera bifolia* L., *Primula veris* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Hepatica nobilis* Mill., *Laserpitium latifolium* L., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *E. palustris* (L.) Crantz, *Lathyrus laevigatus* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Moneses uniflora* (L.) A. Gray., *Ajuga pyramidalis* L., *Centharea phrygia* L., *Potentilla arenaria* Borkh., *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl., *G. minima* (L.) Ker-Gawl., *Pyrola chlorantha* Sw., *Nymphaea candida* J. et C. Presl і інш. Асаблівай увагі заслугоўваюць віды, якія з'яўляюцца рэдкімі не толькі для наваколля пас. Ракаў, але для ўсёй тэрыторыі рэспублікі і занесены ў Чырвоную Кнігу Беларусі [4]. Гэта *Arnica montana*, *Trollius europaeus*, *Lunaria rediviva*, *Cephalanthera longifolia*, *Laserpitium latifolium*, *Lilium martagon*, *Lathyrus laevigatus*, *Ajuga pyramidalis*. Для ўключэння ў чарговае выданне Чырвонай Кнігі Беларусі рэкамендаваны *Centaurea phrygia* і *Moneses uniflora*.

Нижэй упершыню падаецца спіс усіх відаў раслін, адзначаных падчас вывучэння флоры ў наваколлі пас. Ракаў. Сем'і ў спісе прыведзены па сістэме А.Л. Тахтаджана [5].

Сям'я Lycopodiaceae Beauv. ex Mirb.: *Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L.; *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub.

Сям'я Equisetaceae Rich. ex DC.: *Equisetum arvense* L., *E. fluviatile* L., *E. hyemale* L., *E. palustre* L., *E. pratense* Ehrh., *E. sylvaticum* L.

Сям'я Onocleaceae Pichi-Sermolli: *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.

Сям'я Athyriaceae Alst.: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth.

Сям'я Aspidiaceae Mett et Frank: *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs, *D. filix-mas* (L.) Schott; *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.

Сям'я Hypoepidaceae Pichi: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

Сям'я Pinaceae Lindl.: *Picea abies* (L.) Karst.; *Pinus sylvestris* L.

Сям'я Cupressaceae Rich. et Bartl.: *Juniperus communis* L.

Сям'я Aristolochiaceae Juss.: *Asarum europaeum* L.

Сям'я Nymphaeaceae Salisb.: *Nuphar lutea* L.; *Nymphaea candida* S. Presl.

Сям'я Ranunculaceae Juss.: *Actaea spicata* L.; *Anemonoides nemorosa* (L.) Holub, *A. ranunculoides* (L.) Holub; *Aquilegia vulgaris* L.; *Caltha palustris* L.; *Delphinium consolida* L.; *Ficaria verna* Huds.; *Hepatica nobilis* L.; *Pulsatilla patens* (L.) Mill.; *Ranunculus acris* L., *R. cassubicus* L., *R. flammula* L., *R. lanuginosus* L., *R. lingua* L., *R. polyanthemos* L., *R. repens* L., *R. sceleratus* L.; *Thalictrum aquilegifolium* L., *T. flavum* L., *T. lucidum* L.; *Trollius europaeus* L.

Сям'я Papaveraceae Juss.: *Chelidonium majus* L.

Сям'я Fumariaceae DC.: *Corydalis solida* (L.) Clairv.; *Fumaria officinalis* L.

Сям'я Ulmaceae Marb.: *Ulmus laevis* Pall.

Сям'я Cannabaceae Endl.: *Humulus lupulus* L.

Сям'я Urticaceae Juss.: *Urtica dioica* L., *U. urens* L.

Сям'я Fagaceae Dumort.: *Quercus robur* L.

Сям'я Betulaceae S.F. Gray: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.; *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.

Сям'я Corylaceae Mirb.: *Corylus avellana* L.

Сям'я Caryophyllaceae Juss.: *Arenaria serpyllifolia* L.; *Cerastium arvense* L., *C. holosteoides* Fries; *C. semidecandrum* L.; *Coronaria flos-cuculi* (L.) A. Br.; *Dianthus arenarius* L., *D. deltoides* L.; *Gypsophila muralis* (L.) Ikonn.; *Herniaria glabra* L.; *Melandrium album* (Mill.) Garcke; *Myosoton aquaticum* (L.) Moench; *Oberna behen* (L.) Ikonn.; *Sagina nodosa* (L.) Fenzl, *S. procumbens* L.; *Saponaria officinalis* L.; *Scleranthus annuus* L., *S. perennis* L.; *Silene nutans* L.; *Spergula arvensis* L.; *Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl.; *Stellaria graminea* L., *S. holostea* L., *S. media* (L.) Vill.; *S. palustris* Retz.; *Viscaria vulgaris* Bernh.

Сям'я Amaranthaceae Juss.: *Amaranthus retroflexus* L.

Сям'я Chenopodiaceae Vent.: *Chenopodium album* L., *Ch. rubrum* L.

Сям'я Polygonaceae Juss.: *Polygonum aviculare* L., *convolvulus* L., *P. persicaria* L., *P. scabrum* Moench; *Rumex acetosa* L., *R. acetosella* L., *R. aquaticus* L., *R. confertus* Willd., *R. obtusifolius* L., *Bistorta major* S.F. Gray.

Сям'я Hypericaceae Juss.: *Hypericum macuiatum* Crantz, *H. perforatum* L.

Сям'я Violaceae Batsch: *Viola arenaria* DC., *V. arvensis* Murr., *V. Canina* L., *V. epipsila* Ledeb., *V. mirabilis* L., *V. palustris* L., *V. riviniana* Reichen., *V. tricolor* L.

Сям'я Cistaceae Juss.: *Helianthemum nummularium* (L.) Mill.

Сям'я Cucurbitaceae Juss.: *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray.

Сям'я Brassicaceae Burnett: *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara; *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.; *Armoracia rusticana* Gaertn., Meg et Schreb.; *Barbarea vulgaris* R. Br.; *Berteroa incana* (L.) DC; *Brassica campestris* L.; *Bunias orientalis* L.; *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.; *Cardamine amara* L., *C. pratensis* L.; *Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek; *Descurainia sophia* (L.) Weber ex Prantl;

Erophila verna (L.) Bess.; *Erysimum cheiranthoides* L.; *Lunaria rediviva* L.; *Raphanus raphanistrum* L.; *Rorippa anceps* Reichenb.; *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.; *Turritis glabra* L.

Сям'я Salicaceae Mirb.: *Populus tremula* L.; *Salix alba* L., *S. acutifolia* Willd., *S. aurita* L., *S. caprea* L., *S. cinerea* L., *S. fragilis* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. pentandra* L., *S. purpurea* L., *S. rosmarinifolia* L., *S. starkeana* Willd.

Сям'я Ericaceae Juss.: *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.; *Calluna vulgaris* L.

Сям'я Vacciniaceae S.F. Gray: *Vaccinium vitis-idaea* L.; *Vaccinium myrtillus* L.

Сям'я Pyrolaceae Dumort.: *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton; *Moneses uniflora* (L.) A. Gray.; *Orthilia secunda* (L.) Housl.; *Pyrola chlorantha* Sw., *P. minor* L., *P. rotundifolia* L.

Сям'я Monotropaceae Nutt.: *Hypopitys monotropa* Crantz.

Сям'я Primulaceae Vent.: *Hottonia palustris* L.; *Lysimachia nummularia* L., *L. vulgaris*; *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Reichenb.; *Primula veris* L.; *Trientalis europaea* L.

Сям'я Tiliaceae Juss.: *Tilia cordata* L.

Сям'я Euphorbiaceae Juss.: *Euphorbia helioscopia* L., *E. virgata* Waldst. et Kit.; *Mercurialis perennis* L.

Сям'я Thymelaeaceae Juss.: *Daphne mezereum* L.

Сям'я Grossulariaceae DC.: *Grossularia reclinata* (L.) Mill.; *Ribes aureum* Pursh, *R. lucidum* Kit., *R. nigrum* L., *R. spicatum* Robson.

Сям'я Crassulaceae DC.: *Sedum acre* L., *S. telephium* Czer.

Сям'я Saxifragaceae Juss.: *Chrysosplenium alternifolium* L.

Сям'я Parnassiaceae S.F. Gray: *Parnassia palustris* L.

Сям'я Rosaceae Juss.: *Agrimonia eupatoria* L.; *Alchemilla cymatophylla* Juz.; *Amelanchier spicata* (L.) C. Koch; *Comarum palustre* L.; *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Fragaria vesca* L.; *Geum aleppicum* Jacq., *G. rivale* L., *G. urbanum* L.; *Malus domestica* Borkh., *M. sylvestris* Mill.; *Padus avium* Mill.; *Potentilla anserina* L., *P. arenaria* Borkh., *P. argentea* L., *P. canescens* Bess., *P. erecta* (L.) Rausch.; *Pyrus communis* L.; *Rosa canina* L., *R. majalis* Herrn., *R. mollis* Smith, *R. spinosissima* L., *R. tomentosa* Smith; *Rubus idaeus* L., *R. nessesensis* W Hall, *R. saxatilis* L.; *Sorbus aucuparia* L.

Сям'я Fabaceae Lindl.: *Anhyllis macrocephala* Wend.; *Astragalus arenarius* L., *A. glycyphyllos* DC.; *Genista tinctoria* L.; *Lathyrus laevigatus* L., *L. pratensis* L., *L. sylvestris* L., *L. vernus* (L.) Bernh.; *Lotus corniculatus* L.; *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *Medicago falcata* L., *M. lupulina* L., *M. sativa* L.; *Melilotus albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pall.; *Trifolium alpestre* L., *T. Arvense* L., *T. aureum* Poll, *T. hybridum* L., *T. medium* L., *T. montanum* L., *T. pratense* L., *T. repens* L., *T. spadiceum* L.; *Vicia angustifolia* Reichard., *V. cassubica* L., *V. cracca* L., *V. sepium* L., *V. sylvatica* L.

Сям'я Lythraceae J. St.-Hil.: *Lythrum salicaria* L.

Сям'я Onagraceae Juss.: *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.; *Epilobium hirsutum* L., *E. montanum* L., *E. palustre* L.; *Oenothera biennis* L.

Сям'я Aceraceae Juss.: *Acer platanoides* L.

Сям'я Linaceae DC. ex S.F. Gray: *Linum catharticum* L.

Сям'я Oxalidaceae R. Br.: *Oxalis acetosella* L.

Сям'я Geraniaceae Juss.: *Erodium cicutarium* (L.) L'Her.; *Geranium palustre* L., *G. pratense* L., *G. pusillum* L., *G. robertianum* L., *G. sanguineum* L., *G. sylvaticum* L.

Сям'я Balsaminaceae A. Rich.: *Impatiens noii-tangere* L.

Сям'я Polygalaceae R. Br.: *Polygala comosa* Schkuhr, *P. vulgaris* L.

Сям'я Cornaceae Dumort.: *Swida sanguinea* (L.) Opiz.

Сям'я Apiaceae Lindl.: *Aegopodium podagraria* L.; *Angelica archangelica* L., *A. sylvestris* (L.) Hoffm.; *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.; *Carum carvi* L.;

Chaerophyllum aromaticum L.; *Cicuta virosa* L.; *Laserpitium latifolium* L.; *Sanicula europaea* L.; *Pimpinella dissecta* Retz., *P. saxifraga* L.; *Oenanthe aquatica* Schischk.; *Sium latifolium* L.; *Selinum carvifolia* (L.) L.; *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *P. palustre* (L.) Moench; *Heracleum sibiricum* L.; *Pastinaca sylvestris* Mill.

Сям'я Celastraceae R. Br.: *Euonymus europaea* L., *E. verrucosa* Scop.

Сям'я Rhamnaceae Juss.: *Frangula ainus* Mill.; *Rhamnus cathartica* L.

Сям'я Oleaceae Hoffm. et Link.: *Fraxinus excelsior* L.

Сям'я Caprifoliaceae Juss.: *Sambucus racemosa* L.; *Viburnum opulus* L.; *Lonicera xylosteum* L.

Сям'я Adoxaceae Trautv.: *Adoxa moschatellina* L.

Сям'я Valerianaceae Batsch.: *Valeriana officinalis* L.

Сям'я Dipsacaceae Juss.: *Succisa pratensis* Moench; *Knautia arvensis* (L.) Coult.

Сям'я Gentianaceae Juss.: *Centaurium minus* Moench.

Сям'я Menyanthaceae Dumort.: *Menyanthes trifoliata* L.

Сям'я Rubiaceae Juss.: *Galium aparine* L., *G. boreale* L., *G. album* Mill., *G. erectum* Huds., *G. mollugo* L., *G. palustre* L., *G. uliginosum* L., *G. verum* L.

Сям'я Polemoniaceae Juss.: *Polemonium coeruleum* L.

Сям'я Convolvulaceae Juss.: *Convolvulus arvensis* L.; *Calystegia sepium* (L.) R. Br.

Сям'я Cuscutaceae Dumort.: *Cuscuta europaea* L.

Сям'я Boraginaceae Juss.: *Echium vulgare* L.; *Symphytum officinale* L.; *Anchusa officinalis* L.; *Lycopsis arvensis* L.; *Pulmonaria obscura* Dumort.; *Myosotis arvensis* (L.) Hill., *M. caespitosa* K.F. Schultz, *M. palustris* (L.) L., *M. stricta* Link. Ex Roem.

Сям'я Solanaceae Juss.: *Hyoscyamus niger* L.; *Solanum dulcamara* L., *S. nigrum* L.

Сям'я Scrophulariaceae Juss.: *Verbascum nigrum* L., *V. thapsus* L.; *Linaria vulgaris* L.; *Scrophularia nodosa* L.; *Veronica arvensis* L., *V. beccabunga* L., *V. chamaedrys* L., *V. longifolia* L., *V. officinalis* L., *V. serpyllifolia* L., *V. spicata* L., *V. verna* L.; *Melampyrum nemorosum* L., *M. pratense* L.; *Euphrasia brevipila* Burn. et Gremly, *E. stricta* D. Wolif ex J.F. Lehm.; *Odontites serotina* (Lam.) Dumort.; *Rhinanthus major* Ehrh.; *Pedicularis palustris* L.; *Lathraea squamaria* L.

Сям'я Plantaginaceae Juss.: *Plantago lanceolata* L., *P. major* L., *P. media* L.

Сям'я Lamiaceae Lindl.: *Ajuga genevensis* L., *A. pyramidalis* L., *A. reptans* L.; *Scutellaria galericulata* L.; *Marrubium vulgare* L.; *Glechoma hederacea* L.; *Prunella vulgaris* L.; *Galeopsis ladanum* L., *G. speciosa* Mill., *G. tetrachit* L.; *Lamium album* L., *L. amplexicaule* L., *L. maculatum* (L.) L., *L. purpureum* L.; *Galeobdolon luteum* Huds.; *Leonurus quinquelobatus* Gilib.; *Stachis palustris* L., *S. sylvestris* L.; *Betonica officinalis* L.; *Clinopodium vulgare* L.; *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy; *Elsholtzia patrinii* (Lepech.) Garcke; *Thymus serpyllum* L., *T. pulgioides* L.; *Origanum vulgare* L.; *Lycopus europaeus* L.; *Mentha arvensis* L., *M. longifolia* (L.) Huds.

Сям'я Campanulaceae Juss.: *Campanula cervicaria* L., *C. glomerata* L., *C. patula* L., *C. persicifolia* L., *C. rapunculoides* L., *C. rotundifolia* L., *C. trachelium* L.; *Phyteuma spicatum* L.; *Jasione montana* L.

Сям'я Asteraceae Dumort.: *Achillea millefolium* L.; *Trommsdorffia maculata* (L.) Bernh.; *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.; *Anthemis tinctoria* L.; *Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill.; *Arnica montana* L.; *Artemisia abrotanum* L.; *A. campestris* L., *A. vulgaris* L.; *Bidens radiata* Thuill., *B. tripartita* L.; *Carduus crispus* L.; *Centaurea cyanus* L., *C. jacea* L., *C. phrygia* L., *C. scabiosa* L.; *Matricaria chamomilla* L.; *Cichorium intybus* L.; *Cirsium arvense* (L.) Scop., *C. palustre* (L.) Scop., *C. oleraceum* (L.) Scop., *C. rivulare* (Jacq.) All.; *Coniza canadensis* (L.) Cronq.; *Crepis paludosa* (L.) Moench, *C. tectorum* L.; *Erigeron acris* L.; *Eupa-*

torium cannabinum L.; Filago arvensis L.; Galinsoga parviflora Cav., G. ciliata (Rafin.) Blacke; Gnaphalium uliginosum L.; Helichrysum arenarium (L.) Moench; Hieracium sylvularum Jord. ex Boreau, H. umbellatum L.; H. vulgatum Fries; Inula britannica L., I. salicina L.; Hypochoeris radicata L.; Leontodon autumnalis L., L. hispidus L.; Leucanthemum vulgare Lam.; Tripleurospermum inodorum (L.) Sch. Bip.; Mycelis muralis (L.) Dumort.; Oglifa arvensis (L.) Cass; Omalotheca sylvestris (L.) Sch. Bip. et F. Schultz; Phalacrocoma annuum (L.) Dumort.; Pilosella x caespitosa (Dum.) P.D. Sell. et C. West, P. officinarum F. Schultz et Sch. Bip.; Scorzonera humilis L.; Senecio fluviatilis Wallr., S. jacobaea L., S. sylvaticus L., S. vulgaris L.; Solidago virgaurea L.; Sonchus arvensis L., S. asper (L.) Hill., S. oleraceus L.; Tanacetum vulgare L.; Taraxacum officinale L.; Tussilago farfara L.; Lapsana communis L.

СЯМ'Я Butomaceae L.C. Rich.: Butomus umbellatus L.

СЯМ'Я Alismataceae Vent.: Alisma plantago-aquatica L.; Sagittaria sagittifolia L.

СЯМ'Я Hydrocharitaceae Juss.: Hydrocharis morsus-ranae L.

СЯМ'Я Potamogetonaceae Dumort.: Potamogeton lucens L., P. natans L., P. perfoliatus L.

СЯМ'Я Liliaceae Juss.: Convallaria majalis L.; Gagea lutea (L.) Ker-Gawl., G. minima (L.) Ker-Gawl.; Lilium martagon L.; Majanthemum bifolium (L.) F.W. Smidt; Paris quadrifolia L.; Polygonatum odoratum (Mill.) Druce.

СЯМ'Я Orchidaceae Juss.: Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch; Dactylorhiza fuchsii (Druce) Soo, D. maculata (L.) Soo, D. majalis (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes; Epipactis helleborine (L.) Grantz, E. palustris (L.) Grantz; Goodyera repens (L.) R. Br.; Neottia nidus-avis (L.) Rich.; Platanthera bifolia (L.) Rich.

СЯМ'Я Juncaceae Juss.: Juncus articulatus L., J. bufonius L., J. compressus Jacq., J. effusus L.; Luzula campestris (L.) DC., L. multiflora (Ehrh.) Lej., L. pilosa (L.) Willd.

СЯМ'Я Cyperaceae Juss.: Carex acutiformis Ehrh., C. appropinquata Schum., C. caryophylla Latourr., C. caespitosa L., C. cinerea Poll., C. digitata L., C. echinata Murr., C. ericetorum Poll., C. flava L., C. hirta L., C. muricata L., C. nigra (L.) Reichard, C. pallescens L., C. panicea L., C. praecox Schreb., C. rostrata Stokes, C. sylvatica Huds., C. vesicaria L., C. vulpina L.; Eleocharis acicularis (L.) Roem. et Schult., E. palustris (L.) Roem. et Schult.; Eriophorum polystachyon L., E. vaginatum L.; Scirpus sylvaticus L.

СЯМ'Я Poaceae Barnhart: Agrostis canina L., A. gigantea Roth., A. tenuis Sibth.; Alopecurus geniculatus L., A. pratensis L.; Anisantha tectorum (L.) Nevski; Anthoxanthum odoratum L.; Briza media L.; Bromopsis inermis (Jejs.) Holub; Bromus mollis L.; Calamagrostis arundinacea (L.) Roth., C. epigeios (L.) Roth.; Corynephorus canescens (L.) Beauv.; Cynosurus cristatus L.; Dactylis glomerata L.; Deschampsia cespitosa (L.) Beauv.; Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.; Elymus caninus (L.) L.; Sieglingia decumbens (L.) Bernh.; Elytrigia repens (L.) Nevski; Festuca ovina L., F. pratensis Huds., F. rubra L.; Glyceria fluitans (L.) R. Br., G. maxima (C. Hartm.) Holub, G. plicata (Fries) Fries; Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.; Hierochloë australis Roem. et Schult.; Koeleria glauca (Spreng.) DC., K. grandis Bess. et Gorski; Melica nutans L.; Milium effusum L.; Nardus stricta L.; Phleum pratense L.; Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.; Poa angustifolia L., P. annua L., P. compressa Steud., P. nemoralis L., P. palustris L., P. pratensis L., P. trivialis L.; Setaria glauca (L.) Beauv., S. viridis (L.) Beauv.

СЯМ'Я Araceae Juss.: Acorus calamus L., Calla palustris L.

СЯМ'Я Lemnaceae S.F. Gray: Lemna trisulca L.

СЯМ'Я Sparganiaceae Rudolphi: Sparganium emersum Rehm., S. erectum L.

СЯМ'Я Typhaceae L.: Typha angustifolia L., T. latifolia L.

Атрыманья аўтарамі матэрыялы з'яўца асновай для маніторынгу складу флоры наваколля пас. Ракаў. Гэта асабліва актуальна ў сувязі з тым, што ў апошні час тэрыторыя адчувае моцную рэкрэацыйную нагрузку.

1. Флора БССР / Под ред. Н.А. Дорожкина и М.П. Томина. Мн., 1949–1959. Т. 1–5.
2. Козловская Н.В., Парфёнов В.И. Хорология флоры Белоруссии. Мн., 1980.
3. Флора Налибокской пущи / Под ред. В.Н. Тихомирова. Мн., 1980.
4. Чырвоная Кніга Рэспублікі Беларусь / Пад рэд. А.М. Дарафеева. Мн., 1993.
5. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л., 1987.

Паступіў у рэдакцыю 11.03.2003.

Марыя Пятроўна Млынарчык – кандыдат біялагічных навук, навуковы супрацоўнік Інстытута эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча НАН Беларусі.

Тамара Аляксандраўна Сауткіна – кандыдат біялагічных навук, дацэнт кафедры батанікі.

УДК 581.9

М.А. ДЖУС, Вал.Н. ТИХОМИРОВ

НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

New data about distribution of rare and endangered plant species in Belarus are given. Among them *Equisetum variegatum*, *Polypodium vulgare*, *Hypericum montanum*, *Arabis pendula*, *Coinoselinum tataricum*, *Ostericum palustre*, *Galium trifidum*, *Pulmonaria mollis*, *Allium schoenoprasum*, *Colchicum autumnale*, *Liparis loeselii* etc.

В период 1997–2001 гг. нами были проведены полевые маршрутные флористические исследования в ряде районов Беларуси. Некоторые результаты этих исследований уже опубликованы [1–6]. В данной статье приводятся новые местонахождения ряда редких и охраняемых в Беларуси видов растений. Многие из этих видов являются интересными в фитогеографическом отношении. Они либо имеют в Беларуси границу своего распространения, либо сведений об их распространении на территории республики на сегодняшний день недостаточно, и они нуждаются в уточнении. Мы надеемся, что собранные нами данные будут использованы в готовящемся третьем издании Красной Книги Республики Беларусь.

Виды в списке расположены согласно «Определителю высших растений Беларуси» [4]. В данных о местонахождениях авторы сборов указаны следующим образом: Д. М. – Джус М.А., Т. В. – Тихомиров Вал.Н. Собранные материалы хранятся в гербариях БГУ (MSKU) и ГрГУ им. Я. Купалы.

***Ophiglossum vulgatum* L.** Довольно редкий вид.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. Сырая луговина по склону ж.-д. насыпи. 06.06.2001. Д. М. № 284.

***Equisetum variegatum* Schleich. ex Web. et Mohr.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Немново (~1 км к ЮЗ). Небольшой карьер у Августовского канала. 08.06.2001. Т. В. № 00333.

2. Минская обл., Воложинский р-н, окр. д. Журавцы (~1,5 км к ССЗ). Зарастающий гравийный карьер. 11.07.2001. Д. М. № 738; 13.07.2001. Т. В. № 0653.

***Polypodium vulgare* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Дмисевичи (~2 км к З). Сосняк мшистый. 08.06.2001. Д. М. № 410; Т. В. № 00317.

2. Там же, верхняя часть крутого склона террасы левого берега р. Неман между д. Дмисевичи и д. Немново. Сосняк мшистый с березой. 08.06.2001. Т. В. № 00319.

3. Там же, окр. д. Осташа. Сосняк чернично-мшистый. 08.06.2001. Д. М. № 406.

Anemone sylvestris L. Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, ближайшие окр. г. Гродно. Сосняк мшистый. 06.06.2001. Д. М. № 311.

2. Там же, окр. д. Новики. Обочина дороги. 07.06.2001. Д. М. № 383.

Pulsatilla bohémica (Skalický) Tzvelev (*P. nigricans* Stoerk, nom. inval.).

Редкий, недостаточно изученный таксон, рассматриваемый ранее в составе сборного вида *P. pratensis* (L.) Mill s. l.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Калеты (~5 км к ЮЮВ). Опушка сосняка мшистого вдоль гравийной дороги. 07.06.2001. Т. В. № 00305; Д. М. № 372.

P. pratensis (L.) Mill. Охраняемый вид, 2 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Калеты (~5 км к ЮЮВ). Опушка сосняка мшистого вдоль гравийной дороги. 07.06.2001. Т. В. № 00306; Д. М. № 371.

2. Там же, ~1 км к С от д. Усово. Сосняк мшистый. 07.06.2001. Д. М. № 355.

3. Там же, окр. д. Осташа (Ю окраина), Василевичский с/с. Сосняк мшистый у фермы. Редко. ~110 м н. у. м. 08.06.2001. Д. М. № 388.

4. Там же, ~1 км к СВВ от д. Осташа. Сосняк мшистый. 08.06.2001. Д. М. № 427.

P. wolfgangiana (Besser) Juz. (P. teklae Zam.). Редкий, недостаточно изученный вид, значительная часть ареала которого находится, очевидно, в Беларуси.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Новики (~2 км к Ю). Сосняк мшистый. 07.06.2001. Т. В. № 00299.

Thalictrum minus L. Довольно редкий в Беларуси вид, распространение которого нуждается в дальнейшем изучении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, ~2 км к ЮЗЗ от д. Дмисевичи. Липняк с сосной. 08.06.2001. Д. М. № 408/2.

Papaver pseudoorientale L. Очень редкий, дичающий из культуры вид эргазиофит.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, ~1 км к ЮВ от д. Новики. Слева у шоссе Новики – Сопецкин. 07.06.2001. Д. М. № 327/2.

Polygonum sabulosum Worosch. Крайне редкий заносный вид, известный ранее только из окрестностей городов Могилев и Рогачев [7].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, ж.-д. ст. Ошмяны. По ж.-д. путям. 20.07.1997. Т. В.

Hypericum montanum L. Очень редкий в Беларуси вид, рекомендованный для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Дмисевичи. Липняк с сосной. 08.06.2001. Д. М. № 407.

Arabis pendula L. Очень редкий вид.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Новые Вихряны. По берегу застарелой старицы реки. 28.07.1997. Д. М. № 1425.

Androsace septentrionale L. Довольно редкий вид, распространение которого на территории Беларуси нуждается в уточнении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Новики. На песках. 07.06.2001. Д. М. № 327/1.

Sedum sexangulare L. Довольно редкий в Беларуси вид, распространение которого нуждается в дальнейшем изучении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Дмисевичи (СВ окраина). На песчаных буграх вдоль проселочной дороги к д. Немново. 08.06.2001. Д. М. № 413.

Alchemilla propinqua Lindb. fil. ex Juz. Очень редкий вид, ранее указываемый лишь для Минского и Новогрудского районов [7].

1. Гродненская обл., Свислочский р-н, г. п. Свислочь. Городской парк. 14.05.1998. Т. В. № 62.

***Cerasus mahaleb* (L.) Mill.** Редкий, дичающий из культуры вид эргазиофит. 1.Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. По склону ж.-д. насыпи вдоль канавы. 06.06.2001. Д. М. № 289.

***Potentilla alba* L.** Редкий в Беларуси вид, рекомендованный для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, кв. 6 Неманского лесхоза. Сосняк лещиново-березово-кисличный. 06.06.2001. Д. М. № 297.

***Poterium sanguisorba* L.** Довольно редкий вид, распространение которого в Беларуси нуждается в уточнении.

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, СЗ окраина пос. Сопецкин. Суходольный злаково-разнотравный луг. 07.06.2001. Д. М. № 321.

***Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren.** Довольно редкий в Беларуси вид, рекомендованный для повторного включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Новики. Грабняк с дубом и сосной. 07.06.2001. Д. М. № 334.

***Geranium sibiricum* L.** Довольно редкий, адвентивный вид, в последние годы активно распространяющийся (преимущественно вдоль ж. д.). По данным Г.И. Зубкевич [4], известен лишь из Минской, Брестской и Гомельской областей.

1.Могилевская обл., Мстиславский р-н, г. Мстиславль. Рудеральное разнотравье вдоль заборов. 28.07.1997. Д. М. № 1420.

2.Гродненская обл., Волковысский р-н, ближайшие окр. ж.-д. ст. Волковыск-Центральный. Среди ж.-д. путей. 14.05.1998. Д. М. № 1209.

3.Гродненская обл., Гродненский р-н, пос. Сопецкин. Как сорное растение у автостанции. 07.06.2001. Д. М. № 386.

***Chaerophyllum aureum* L.** Очень редкий заносный вид, распространение которого нуждается в изучении [8].

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, ближайшие окр. г. Гродно. Правобережье р. Неман. Сосняк мшистый у лодочной станции. 06.06.2001. Д. М. № 301.

***Conioselinum tataricum* Hoffm.** Очень редкий в Беларуси вид, рекомендованный для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1.Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. ж.-д. ст. Ошмяны. Заболоченный черноольшаник. 20.07.1997. Д. М. № 1375а.

***Laserpitium latifolium* L.** Довольно редкий в Беларуси вид, рекомендованный для повторного включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1.Гродненская обл., Ошмянский р-н, между д. Микутяны и д. Толотишки. Сосняк березово-мшистый с елью. 20.07.1997. Д. М. № 1378.

***Ostericum palustre* (Besser) Besser (*Angelica palustris* (Bess.) Hoffm.).** Крайне редкий вид, планируемый для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь. Ранее нами [6] уже сообщалось о находках этого вида на территории республики.

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, ~1 км к ССЗ от д. Остаха. Низинный луг с *Filipendula denudata*, *Alopecurus pratensis* etc. 08.06.2001. Д. М. № 391; Т. В. № 00309.

***Gentiana cruciata* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [7]. Данное местонахождение является первым подтверждением произрастания вида в окр. г. Гродно, где он был впервые собран более 200 лет назад («communis prope grodn. in sylvis. Giliber. № 301» KW!).

1.Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. В верхней части склона выемки ж. д. 06.06.2001. Д. М. № 288.

***Galium trifidum* L.** Крайне редкий вид, планируемый для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, остроосочник по ЮВ берегу оз. Ендреня, после пала. 07.06.2001. Т. В. № 00304; Д. М. № 366.

***Amsinckia micrantha* Suksd.** Крайне редкий заносный вид, к сожалению, не включенный в «Определитель высших растений Беларуси» [4], хотя ранее он уже указывался для Минской и Могилевской областей [8].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, ст. Ошмяны. По ж.-д. путям. 20.07.1997. Т. В. № 136; Д. М. № 1364.

***Asperugo procumbens* L.** Довольно редкий сорный вид, распространение которого в Беларуси нуждается в дальнейшем изучении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, д. Немново. У кострища. 08.06.2001. Д. М. № 421

***Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. д. Новосяды (~1,5 км к Ю). Ельник кислочно-мертвопокровный. 20.07.1997. Т. В. № 147; Д. М. № 1381.

2. Там же (2 км к Ю). Опушка ельника мшисто-черничного в сторону вырубki, кв. 23. Около 10 растений. 20.07.1997. Т. В. № 152; Д. М. № 1384.

***Veronica catenata* Pennel.** Редкий вид, распространение которого нуждается в дальнейшем изучении. В Беларуси произрастает преимущественно в южной ее части.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Немново. Сырые пески по берегу ручья, впадающего в Августовский канал. 08.06.2001. Д. М. № 433.

***V. heureca* (M. Fischer) Tzvelev.** Очень редкий в Беларуси, недостаточно изученный вид, общий ареал которого нуждается в уточнении.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, г. Мстиславль. По берегу ручья, впадающего в р. Вихра. 27.07.1997. Д. М. № 1416с.

***V. persica* Poir.** Редкий, адвентивный, активно распространяющийся вид.

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. ж.-д. ст. Ошмяны. У ж.-д. путей. 20.07.1997. Д. М. № 1368а.

2. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Печковка. По краю картофельного поля. Изредка. ~180 м н. у. м. 28.07.1997. Д. М. № 1423а.

3. Могилевская обл., Мстиславский р-н, г. Мстиславль, ул. Первомайская. Рудеральное разнотравье вдоль улицы. 28.07.1997. Д. М. № 1418.

***V. teucrium* L.** Довольно редкий вид, распространение которого нуждается в дальнейшем изучении. Ранее нами в синантропных местообитаниях не отмечался.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. Среди ж.-д. путей. 06.06.2001. Д. М. № 281.

***Rhinanthus nigricans* Meinsh.** Редкий в Беларуси вид, распространение которого нуждается в дальнейшем изучении.

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. д. Скилондишки. Придорожная мезофильная луговина. 20.07.1997. Д. М. № 1380а.

***Meiittis sarmatica* Klokov.** Охраняемый вид, 2 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, кв. 6 Неманского лесхоза. Сосняк лещиново-березово-кисличный в верхней части высокого склона к ручью. 06.06.2001. Д. М. № 295.

***Campanula latifolia* L.** Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Свислочский р-н, зап. окраина д. Вердомичи. Парк «Вердомичи». 14.05.1998. Т. В. № 83.

***Anthemis ruthenica* Bieb.** Редкий вид, распространение которого на территории республики изучено недостаточно.

1. Гродненская обл., г. Волковыск, ст. Волковыск-Центральный. По ж.-д. путям. 14.05.1998. Т. В. № 45, 53; Д. М. № 1199.

***Arnica montana* L.** Охраняемый вид, 2 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. ж.-д. ст. Ошмяны (~2,5 км к ЮЗ). У зарастающей вырубki. 20.07.1997. Д. М. № 1383.

2. Гродненская обл., Гродненский р-н, ближайшие окр. г. Гродно. Сосняк мшистый. 06.06.2001. Д. М. № 308.

3. Там же, окр. д. Усово. На опушке сосняка мшистого. 07.06.2001. Д. М. № 342.

4. Там же, окр. д. Осташа. Сосняк чернично-мшистый. 08.06.2001. Д. М. № 403.

Tepfroseris palustris (L.) Fourr. Редкий в Беларуси вид, распространение которого нуждается в изучении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Дмисевичи. Осочник (*Carex acutiformis*, *Carex cinerea* etc.) на месте пересохшего озера у р. Черная Ганча. 08.06.2001. Д. М. № 409.

Allium schoenoprasum L. Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., г. Волковыск, ст. Волковыск-Центральный (~1 км к Ю). Песчаная пустошь на месте бывших огородов. 14.05.1998. Т. В. № 54; Д. М. № 1202.

Colchicum autumnale L. Редкий, возможно заносный, охраняемый вид, 3 категория охраны. Для Гродненской области ранее не отмечался [7].

1. Гродненская обл., Свислочский р-н, ~4,5 км от ж.-д. ст. Грицки в сторону ж.-д. ст. Волковыск. Разнотравно-злаковая луговина по склону ж.-д. насыпи. 14.05.1998. Д. М. № 1233; Т. В. № 74.

Lilium martagon L. Охраняемый вид, 4 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Ошмянский р-н, окр. ж.-д. ст. Ошмяны. Сосняк березово-мшистый с елью. 20.07.1997. Д. М. № 1377е.

2. Гродненская обл., Гродненский р-н, ближайшие окр. г. Гродно. Сосняк лещиново-мшистый. 06.06.2001. Д. М. № 310.

3. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Дмисевичи. Липняк с сохой. 08.06.2001. Д. М. № 408.

Liparis loeselii (L.) Rich. Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. г. Мстиславль. Северная окраина д. Печковка. Тростниковые заросли на дне карьера. 27.07.1997. Д. М. № 1401; 02.07.2001. Т. В. № 00517.

Listera ovata (L.) R. Br. Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Свислочский р-н, ~5 км от ж.-д. ст. Грицки в сторону ж.-д. ст. Волковыск. Заросли березы, черемухи, крушины между сосняком черничным и кочкарным болотом близ ж.-д. насыпи. 14.05.1998. Д. М. № 1236; Т. В. № 77.

Juncus inflexus L. Редкий вид, встречающийся преимущественно в западных районах республики.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Печковка (~500 м к С). Берег зарастающего озерца на дне заброшенного песчаного карьера. 02.07.2001. Т. В. № 00520.

J. bulbosus L. Редкий в Беларуси вид, был рекомендован для включения в третье издание Красной Книги Республики Беларусь. Для Гродненской области ранее не отмечался [4].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Калеты. По заболоченному берегу оз. Ендреня. 07.06.2001. Д. М. № 364.

Blysmus compressus (L.) Parz. ex Link. Редкий вид.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Печковка (~500 м к С). Открытый берег зарастающего озерца на дне заброшенного песчаного карьера. 02.07.2001. Т. В. № 00522.

Carex distans L. Редкий вид, распространение которого в Беларуси нуждается в изучении.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. Сырая луговина по склону ж.-д. насыпи вдоль канавы. 06.06.2001. Д. М. № 286.

C. flacca Schreb. Охраняемый вид, 3 категория охраны [7].

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. Сырая луговина по склону ж.-д. насыпи вдоль канавы. 06.06.2001. Д. М. № 287.

***C. paniculata* L.** Довольно редкий вид, распространенный преимущественно в центральных и западных регионах Беларуси.

1. Могилевская обл., Мстиславский р-н, окр. д. Печковка. По берегам канав, впадающих в реку. 27.07.1997. Д. М. № 1397.

***Anisantha sterilis* (L.) Nevski.** Очень редкий, заносный вид. Для Гродненской области ранее не указывался [4].

1. Гродненская обл., г. Гродно, ул. Доватора. Изредка. 06.06.2001. Д. М. № 264.

***Poa crisper* Thuill.** Редкий заносный вид, распространение которого в Беларуси нуждается в дальнейшем изучении.

1. Гродненская обл., Волковысский р-н, окр. ж.-д. ст. Волковыск-Центральный (~1 км к ЮЗ). Песчаная пустошь в развилке между ж.-д. ветками. 14.05.1998. Д. М. № 1195.

2. Гродненская обл., Свислочский р-н, ~4 км от ж.-д. ст. Грицки в сторону ж.-д. ст. Волковыск. Среди ж.-д. путей. 14.05.1998. Д. М. № 1230.

***Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv.** Довольно редкий заносный вид, отсутствующий в основных работах по флоре Беларуси. В отличие от близкого аборигенного вида *Trisetum sibiricum* Rupr. произрастает преимущественно вдоль ж. д. в более мезофитных местообитаниях.

1. Гродненская обл., Гродненский р-н, у городской черты г. Гродно. В средней и верхней части высокого склона ж.-д. выемки. 06.06.2001. Д. М. № 292.

Выражаем искреннюю признательность за помощь в организации флористических исследований в Гродненском районе сотрудникам ГрГУ им. Я. Купалы О.В. Созинову и Т.А. Селевич.

1. Джус М. А. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 2001. № 2. С. 408.

2. Джус М. А., Скуратович А. Н., Шимко И. И. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1998. № 3. С. 44.

3. Джус М. А., Тихомиров Вал. Н. // Там же. 1999. № 3. С. 40.

4. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Мн., 1999.

5. Тихомиров Вал. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1999. № 1. С. 44.

6. Юрченко Е. О., Дубовик Д. В., Тихомиров Вал. Н. // Там же. Сер. 2. 1995. № 2. С. 36.

7. Чырвоная Кніга Рэспублікі Беларусь: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення, віды жывёл і раслін. Мн., 1993.

8. Третьяков Д. И. // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 9. С. 119.

Поступила в редакцию 18.03.2003.

Максим Анато́льевич Джус – ассистент кафедры ботаники.

Валерий Николаевич Тихомиров – кандидат биологических наук, ассистент кафедры ботаники.

УДК 595.768.1:591.543.4

О.Л. НЕСТЕРОВА

БИОЛОГИЯ ВИДОВ РОДА *GASTROPHYSA CHEVROLAT*, (*COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE*) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

The article presents some results of researching the biology of the leaf beetles *Gastrophysa viridula* Deg. and *Gastrophysa polygoni* L. in Belarus. The phenograms of these species are given. The phenological peculiarities of *Gastrophysa* in extraordinary hot seasons in 2002 were investigated.

Жуки-листоеды рода *Gastrophysa* на территории Беларуси представлены двумя обычными для нашей фауны видами – *Gastrophysa viridula* Deg. и *Gastrophysa polygoni* L. Несмотря на принадлежность к одному роду, каж-

дый из них отличается как гигропреферентностью, так и трофическими связями и количеством поколений в году. Данные наблюдений в природе и в лабораторных условиях четко показывают зависимость жизненных циклов, особенно вольтинности, от климатических особенностей сезона активности обоих видов, что четко проявилось в условиях необычно жаркого лета 2002 г.

Щавелевый листоед *G. viridula* Deg. распространен по всей территории Центральной и Северной Европы, в Сибири, на Камчатке, Кавказе, в Средней Азии (по влажным местам) [1], в Беларуси встречается повсеместно. Это олигофаг, питающийся на различных видах рода *Rumex* (чаще всего на *R. confertus* Willd., а также *R. hydrolapathum* Huds. и *R. acetosa* L., *R. Obtusifolius* L. subsp. *sylvestris* (Lam.) Celak., *R. aquaticus* L., *R. crispus* L. В Украине [1] питание этого вида на растениях рода *Polygonum* практически невозможно. Нами была обнаружена стабильная популяция щавелевого листоеда на птичьем спорыше (*Polygonum aviculare* L.) вместе с обычным потребителем этого растения *G. polygoni*. В условиях лаборатории личинки щавелевого листоеда, питавшиеся другими видами спорыша, обнаруживали высокую смертность (до 90 %). *G. viridula* – гигрофильный вид, предпочитает влажные места на лугах, опушках, лесных полянах, по берегам рек и водоемов, встречается в агроценозах, где является серьезным вредителем огородных культур (щавеля, ревеня).

Некоторые особенности биологии этого вида упоминаются в работе [2], но число поколений указано неверно.

Зимовка щавелевого листоеда происходит в фазе имаго в поверхностном слое почвы в местах размножения или недалеко от них. Выход жуков из зимних укрытий наблюдается обычно в первой декаде мая. Жуки активно питаются и через 4–8 дней начинают спариваться. Яйцекладка производится небольшими кучками неправильными рядами на нижнюю поверхность листа и состоит обычно из 30–40 яиц в одной кладке, реже из 50 и более и совсем редко из 1–10 яиц. Плодовитость одной самки составляет около 400 яиц, причем период яйцекладки занимает 20–35 дней в зависимости от среднесуточной температуры воздуха. Выход личинок из яиц наблюдается через 5–7 дней, а при высоких дневных температурах (25–27 °С) – уже через 3–4 дня. В естественных условиях Беларуси развитие личинки продолжается около 25 дней. В лабораторных условиях при постоянной температуре 25 °С этот срок сокращается до 18–20 дней. За время развития личинка дважды линяет и, следовательно, имеет 3 возраста. Личинки первого возраста держатся группами на месте выхода из яиц на нижней стороне листа и выгрызают лист до верхнего эпидермиса, отчего при разрастании он разрывается в местах погрызов. Характерную окраску они приобретают через 1–1,5 ч после линьки. Личинки старшего возраста расползаются по обеим сторонам листа и скелетируют его полностью. Закончив питание, личинки зарываются в почву, в результате движений их тел образуются колыбельки. Окукливание происходит спустя 2–3 дня. Имаго выходит через 7–10 дней.

Таким образом, весь цикл развития щавелевого листоеда в условиях Центральной Беларуси занимает в обычные годы 40–45 дней, а в лаборатории при постоянной температуре 25–30 °С этот – 25–30 дней.

Новое поколение имаго в Беларуси появляется в начале июня, а в середине месяца уже наблюдаются личинки следующего поколения, которые питаются в течение всего июля. Но уже в начале этого месяца выходят первые особи имаго, личинки третьего поколения – к концу июля. Имаго третьего поколения появляются в середине или в конце августа. Таким образом, за сезон у *G. viridula* обычно развивается 3 поколения (рис. 1). В условиях теплой осени третье поколение имаго может делать кладки и в сентябре, однако яйца и вышедшие личинки не успевают закончить свое раз-

витие и гибнут во время ночных заморозков. Яйца и личинки *G. viridula* не способны пережить зиму, у зимующих куколок гибель составляет до 90 %. На зимовку щавелевый листоед уходит в конце сентября – начале октября, однако единичные особи могут встречаться до конца октября.

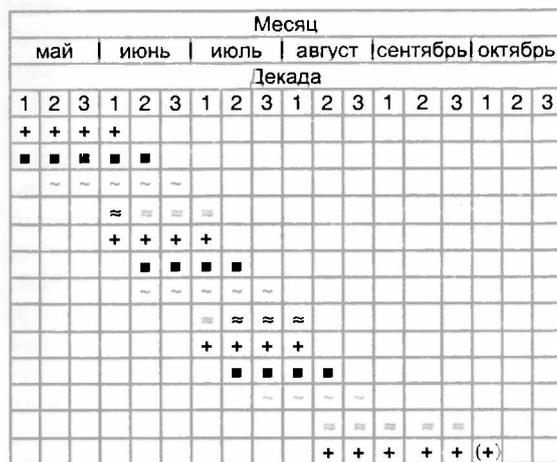


Рис. 1. Фенограмма развития *Gastrophysa viridula* Degeer. Здесь и на рис. 2–4: ⊕ – имаго; (⊕) – единичные экземпляры имаго; ■ – яйцо; ～ – личинка; ≈ – куколка

Гречишный листоед (*G. polygoni* L.) распространен по всей Беларуси. За ее пределами он обитает на всей территории Европы, на Кавказе, в Закавказье, Средней Азии, Сибири, Афганистане, Северном Китае, Монголии, Корее, Северной Америке и Северо-Западной Африке (Марокко) [3, 4].

В отличие от щавелевого листоеда он является мезофильным видом. Встречается в открытых, хорошо освещенных солнцем биотопах и чаще всего селится на песчаной почве по берегам рек, в засоренных местах, на пастбищах.

В городах его можно обнаружить в парках и даже на газонах вдоль дорог.

G. polygoni питается на растениях семейства гречишных *Polygonaceae*. Его обычным кормовым растением, на котором он встречается в массе и совершает нормальный цикл своего развития, является спорыш птичий *Polygonum aviculare* L. При выкармливании гречишного листоеда на других видах спорыша (*P. persicaria* L., *P. scabrum* Moench) наблюдается его высокая смертность (до 60–80 %).

Этот вид изредка встречается также на щавеле кислом *Rumex acetosa* L., курчавом *R. crispus* L. и *R. obtusifolius* L. subsp. *sylvestris* (Lam.) Celak. На пастбищах *G. polygoni* приносит значительный вред кормовым травам, снижает их качество, а случайно поедающий жуков и особенно личинок скот заболевает. В качестве кормовых растений для него указывают также пшеницу, рожь, овес, вику, клевер, люцерну, эспарцет и сахарную свеклу [3]. Однако этот вид является олигофагом, и такие указания, очевидно, следует считать ошибочными.

В условиях Беларуси жуки зимуют неглубоко в почве. Весной выход имаго наблюдается в конце мая. Жуки активно питаются и спустя неделю начинают спариваться. Яйца откладывают на нижнюю сторону листовой пластины неправильными рядами или веером. Яйца светлые, желто-оранжевого цвета. В кладке обычно 15–23 яйца, иногда больше 30 и гораздо реже 1–5 яиц. Откладка яиц продолжается в течение 30–40 дней. Плодовитость *G. Polygoni* составляет примерно 600–800 яиц, иногда до 1000–1200 яиц при питании на спорыше птичьим. Эмбриональное развитие длится 6–8 дней, в лабораторных условиях при постоянной температуре 25–28 °С сокращается до 3–4 дней. Развитие личинки в лаборатории продолжается около 15 дней, в природе – 20–25 дней в зависимости от температуры. За это время личинка линяет дважды и имеет 3 возраста. Личинки первого возраста скелетируют листья и держатся на них вместе, личинки старших возрастов кормятся по одной и выгрызают отверстия в листьях, задевая крупные жилки. Перед окукливанием личинка покидает растение и зарывается неглубоко в землю. Там она сооружает себе колыбельку и через 2–3 дня окукливается. Куколка развивается 5–7 дней.



Рис. 2. Фенограмма развития *Gastrophysa polygoni* L.

Новое поколение имаго появляется в конце июня – начале июля. В начале июля появляются личинки следующего поколения. К началу августа выходят имаго. Обычно за сезон у *G. polygoni* развивается 2 поколения (рис. 2).

Особенности биологии *G. viridula* и *G. polygoni* были хорошо изучены в Украине [1, 3]. Жизненный цикл этих видов в Беларуси несколько

отличается от такового в Украине. Так, выход листоедов после зимовки в Беларуси наблюдается обычно на 20–30 дней позже, развитие личинки происходит дольше примерно на 10 дней. Однако развитие куколки и в Украине, и в Беларуси происходит примерно в одинаковые сроки. Возможно, это объясняется тем, что куколка развивается в почве и, следовательно, в меньшей степени зависит от наземного температурного режима, чем личинка. Уход на зимовку *G. viridula* в Украине происходит значительно позже, чем в Беларуси. В обеих странах листоеды дают одинаковое количество поколений за сезон.

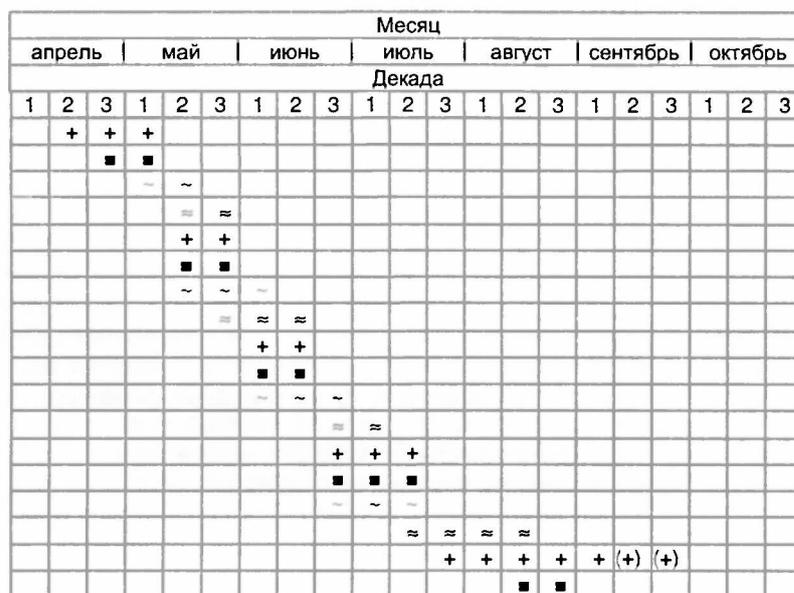


Рис. 3. Фенограмма развития *Gastrophysa viridula* Degeer (2002 г.)

Нами были проведены исследования особенностей биологии щавелевого и гречишного листоедов в течение сезона 2002 г. в условиях экстремально высоких среднесуточных температур и низкой влажности. В таких условиях наблюдались значительные изменения жизненного цикла этих видов (рис. 3, 4): происходило резкое сокращение сроков развития на всех преимагинальных стадиях – цикл развития сократился до 30 дней, а период яйцекладки – до 15–17 дней. В результате в течение сезона увеличилось число поколений. Так, у *G. viridula* за сезон 2002 г. успешно развились 4 поколения. Последнее поколение имаго делало яйцекладки с середины августа, однако пятое поколение не успело закончить своего развития. Интересным

Месяц																
май			июнь			июль			август			сентябрь				
Декада																
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	+	+	+	+	+											
		■	■	■												
		~	~	~												
			≈	≈	≈											
				+	+	+										
				■	■	■										
				~	~	~										
					≈	≈										
							+	+	+							
								■	■	■						
								~	~	~						
								≈	≈	≈						
											+	+	+	+	(+)	(+)

Рис. 4. Фенограмма развития *Gastrophysa polygoni* L. (2002 г.)

является тот факт, что в экстремальных условиях в развитии щавелевого листоеда не наблюдалось перекрывания во времени имаго разных поколений, поскольку имаго родительского поколения очень быстро отмирало. Тогда как в обычные годы имаго предыдущего поколения, как правило, встречается с имаго последующего. У *G. polygoni* в сезон 2002 г. развилось 3 поколения (см. рис. 4). Большая часть третьего поколения после непродолжительного питания ушла на зимовку, единичные яйцекладки в середине августа не продолжили своего развития, и четвертое поколение не появилось. В связи с резким похолоданием в сентябре уход на зимовку обоих видов был более ранним, чем в обычные годы, поскольку *Gastrophysa* плохо переносят температурные колебания.

Таким образом, можно заключить, что представители данного рода обладают высокой приспособляемостью к окружающей среде. В отличие от многих изучаемых нами видов листоедов (*Agelastica alni*, *Linnaeidea aenea*, *Chrysolina fastuosa* и др.), которые в экстремальных условиях сезона 2002 г. во второй половине лета перестали питаться и размножаться, *Gastrophysa* продолжали питание, успешно размножались и увеличивали количество генераций.

1. Бровдий В. М. // Вестн. зоологии. Киев, 1975. № 2. С. 52.
2. Горленко С.В., Блинцов А.И., Линник Л.И., Ярошевич М.И. Болезни и вредители новых видов кормовых культур. Мн., 1990. С. 108.
3. Бровдий В. М. // Вестн. зоологии. Киев, 1976. № 2. С. 52.
4. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Киев, 1974. С. 63.

Поступила в редакцию 17.02.2003.

Оксана Львовна Нестерова – аспирант кафедры зоологии. Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор И.К. Лопатин.

УДК 595.763.33-155:502.4(476)

А.В. ДЕРУНКОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СТАФИЛИНИД (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) В СОСНОВЫХ КУЛЬТУРАХ НА ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БЕЛАРУСИ

The comparative analysis of the staphylinid beetles' ecological diversity in pine plantations on the three reserved territories, Berezinsky biosphere reserve, National parks «Belovezhskaya pushcha» and «Pripiatsky», has been carried out. The beetles were collected by means of pitfall trapping. Margalef, Shannon, Simpson, Berger – Parker indices and α parameter of log-series were used for estimation of ecological diversity. The correspondence of species abundance distributions to the log-normal model, log-series and broken stick models has been tested. The most significant differences concerned the dominant structure in the beetle communities. The composition of dominant species was different on all territories. Two species only, *Staphylinus erythropterus* and *Ischnosoma splendidum*, were dominants in all sites. Species richness of staphylinid beetles was the highest in the pine plantations in Berezinsky reserve, the lowest – in the plantations in Belovezhskaya pushcha.

Стафилиниды – одна из наиболее многочисленных и разнообразных групп герпетобийных жуков, населяющих леса. Однако до настоящего времени исследованию экологических характеристик сообществ стафилинид в сосновых лесах на территории Беларуси уделялось мало внимания. Отдельные данные о видовом составе и структуре доминирования стафилинид в сосняках разных регионов республики содержатся в работах [1–4]. К сожалению, еще недостаточно изучены сообщества стафилинид в разных типах леса на охраняемых территориях, особенно на юге Беларуси (в Беловежской пуще и Национальном парке «Припятский»). Поскольку такие природные комплексы являются эталонными в соответствующих ландшафтных подзонах республики, важно оценить экологическое разнообразие стафилинид в сосновых культурах на этих территориях, которые находятся в условиях минимального антропогенного воздействия. Автором начаты подобные исследования в Беловежской пуще [5]. В настоящей работе дан сравнительный анализ разнообразия стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях северной, южной и юго-западной части Беларуси.

Материал и методика

Исследования проведены в 1994 г. на территории Березинского биосферного заповедника (ББЗ), Государственного национального парка «Беловежская пуща» и Национального парка «Припятский» (НП «Припятский») в культурах одного класса возраста (II класс – от 28 до 36 лет) мшистого типа. Материал собирали методом почвенных ловушек, которые представляли собой полистироловые стаканчики диаметром 72 мм и объемом 250 мл. В качестве фиксирующей жидкости использовали 4 %-й раствор формалина, которым стаканчики заполняли на 1/3. В каждой точке было размещено по 15 ловушек. Сбор материала проводили один раз в месяц с конца апреля до начала октября. Всего было собрано более 1 тыс. экз. стафилинид.

Для установления структуры доминирования классы обилия жуков выделяли в соответствии со шкалой Ренконена [6]: доминанты – виды с обилием выше 5 %; субдоминанты – от 2 до 5 %; рецеденты – от 1 до 2 %; субрецеденты – ниже 1 %. Для графического описания использовали метод k-доминирования [7].

Для характеристики экологического разнообразия сообществ стафилинид использовали индексы, оценивающие видовое богатство (Маргалёфа и параметр α лог-ряда) и доминирование (Симпсона и Бергера – Паркера), а также видовое богатство и выровненность в интегрированном виде (индекс Шеннона, рассчитанный на основании натуральных логарифмов), которые вычисляли по стандартным формулам [7]. Достоверность различий индекса Шеннона вычисляли по t-критерию Стьюдента.

Для более полного описания исследуемых сообществ стафилинид проанализированы графики рангового распределения обилий видов и соответствие данных по видовому обилию теоретическим моделям распределения. Расчет моделей разломанного стержня и лог-ряда проводили по стандартным методикам [7, 8], а усеченной лог-нормальной модели – по методу Пиелу [9]. Для проверки соответствия наблюдаемого распределения обилий видов ожидаемому использовали критерий χ^2 .

Для вычисления степени сходства видового состава стафилинид в разных точках исследования применяли индекс Жаккара для качественных данных, который вычисляли по стандартной формуле [8]. Для сравнения количественных данных использовали индекс Брэя – Кэртиса, который является дополнением к индексу Чекановского – Серенсена в форме «а» [8, 10]. Дендрограммы кластерного анализа были построены по методу среднего присоединения.

Результаты и их обсуждение

Состав доминирующих видов стафилинид сосновых культур значительно различался в разных исследованных точках (табл. 1). Общими доминантами во всех сосняках были 2 вида – *Staphylinus erythropterus* и *Ischnosoma splendidum* (за исключением ББЗ, где обилие последнего вида было немного меньше 5 %). Причем прослеживалась тенденция к увеличению обилия этих видов в ряду ББЗ – НП «Припятский» – Беловежская пуца: в НП «Припятский» обилие *St. erythropterus* и *Ischn. splendidum* было приблизительно в 2 раза выше, чем в ББЗ, а в Беловежской пуце – приблизительно в 2,5 раза выше, чем в НП «Припятский». Если в ББЗ обилие этих двух видов составило меньше 12 %, то в Беловежской пуце – более 65 %.

В культурах ББЗ, кроме названных, доминировали еще 3 вида – обычные обитатели грибов – *Lordithon lunulatus*, *Atheta nigrifula* и *A. Paracrasicornis* (см. табл. 1). В культурах в НП «Припятский» также доминировали еще 3 вида – *Atheta fungi*, *A. britanniae* и *Mycetoporus lepidus*, а в Беловежской пуце *St. erythropterus* и *Ischn. splendidum* были единственными доминантами.

Состав субдоминантов также существенно различался в сосновых культурах во всех исследованных точках. В ББЗ субдоминантами были *Ischnosoma splendidum* (4,8 %), *Atheta gagatina* (3,1 %) и *Stenus clavicornis* (2,2 %). Наиболее разнообразный состав субдоминантов отмечен в НП «Припятский»: *Stenus clavicornis* (4,4 %), *Xantholinus tricolor* (3,9 %), *Zyras humeralis* (3,7 %), *Othius punctulatus* (3,3 %), *O. myrmecophilus* (2,9 %), *Z. funestus* (2,6 %), *Atheta gagatina* (2,2 %). Причем два вида – *St. clavicornis* и *A. gagatina* были субдоминантами в культурах ББЗ и в НП «Припятский», а в Беловежской пуце встречались в единичных экземплярах. В Беловежской пуце субдоминанты включали 5 видов – *Sepedophilus marshami* (4,6 %), *S. immaculatus* (3,4 %), *Bolitochara pulchra* (2,9 %), *Atheta fungi* (2,3 %), *A. nigrifula* (2,3 %). Из классов рецедентов и субрецедентов следует отметить виды *Stenus impressus*, *Oxypoda annularis* и *Atheta crassicornis*, которые встречались во всех исследованных точках и обилие которых было приблизительно одинаковым.

Методом к-доминирования самое низкое разнообразие стафилинид среди всех исследованных точек выявлено в сосновых культурах Беловежской пуцы. Соответствующая кривая (рис. 1, кривая 1) свидетельствует о более выраженном доминировании, обусловленном высоким обилием только двух видов – *Staphylinus erythropterus* и *Ischnosoma splendidum*. Соотношение видов с разным обилием наиболее показательным представлено на графике рангового распределения обилий: в Беловежской пуце разрыв между доминирующими и редкими видами наиболее велик, а в культурах ББЗ и НП «Припятский» наряду с большим количеством редких видов выделяется довольно многочисленная группа с высоким и средним обилием (рис. 2).

В результате анализа показателей разнообразия сообществ стафилинид в сосновых культурах установлено большое различие в значениях каждого индекса в зависимости от региона Беларуси. Самые высокие индексы видового богатства (табл. 2) были зафиксированы в культурах ББЗ, а самые низкие (ниже почти в 1,5 раза) – в культурах Беловежской пуцы, в НП «Припятский» они имели промежуточные значения.

Самые высокие значения показателей доминирования и индекса Шеннона отмечены в культурах НП «Припятский» (см. табл. 2). Это обусловлено наибольшей степенью выровненности обилий видов (о чем свидетельствует значение выровненности по Шеннону). Самые низкие значения этих показателей в сосновых культурах Беловежской пуцы, что вполне предсказуемо, так как здесь очень высокая степень доминирования только двух видов – *Staphylinus erythropterus* и *Ischnosoma splendidum*. Здесь также самое низкое значение индекса Шеннона.

Таблица 1

Видовой состав и обилие стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси, %

Виды	Березинский биосферный заповедник	НП «Припятский»	Беловежская пуца
<i>Philonthus concinnus</i> (Grav.)	–	+	–
<i>Platydacus fulvipes</i> (Scop.)	+	–	–
<i>Staphylinus dimidiaticornis</i> Gemm.	+	–	–
<i>Staphylinus erythropterus</i> L.	7,0	15,6	46,6
<i>Ocypus fuscatus</i> (Grav.)	+	–	–
<i>Quedius fuliginosus</i> (Grav.)	+	–	–
<i>Quedius molochinus</i> (Grav.)	1,2	–	–
<i>Xantholinus laevigatus</i> Jac.	+	–	–
<i>Xantholinus longiventris</i> Heer	–	–	+
<i>Xantholinus tricolor</i> (F.)	1,7	3,9	–
<i>Othius myrmecophilus</i> Kiesw.	+	2,9	–
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze)	+	3,3	–
<i>Astenus lyonesis</i> (Joy)	–	+	–
<i>Rugilus rufipes</i> Germ.	+	+	–
<i>Lathrobium boreale</i> Hochh.	–	–	+
<i>Lathrobium brunnipes</i> (F.)	+	–	1,7
<i>Lathrobium elongatum</i> (L.)	–	–	+
<i>Stenus clavicornis</i> (Scop.)	2,2	4,4	+
<i>Stenus geniculatus</i> Grav.	+	–	1,1
<i>Stenus humilis</i> Er.	+	+	–
<i>Stenus impressus</i> Germ.	+	+	1,1
<i>Megarthus hemipterus</i> (Ill.)	+	–	–
<i>Anthobium atrocephalum</i> (Gyll.)	–	+	–
<i>Olophrum piceum</i> (Gyll.)	+	–	–
<i>Acidota crenata</i> (F.)	–	+	–
<i>Anotylus tetracarinus</i> (Block)	–	–	+
<i>Mycetoporus clavicornis</i> (Steph.)	+	+	–
<i>Mycetoporus lepidus</i> (Grav.)	+	5,7	+
<i>Mycetoporus nigricollis</i> (Steph.)	+	–	–
<i>Mycetoporus punctus</i> (Grav.)	–	–	+
<i>Mycetoporus rufescens</i> (Steph.)	1,9	–	–
<i>Ischnosoma longicorne</i> (Makl.)	+	–	–
<i>Ischnosoma splendidum</i> (Grav.)	4,8	9,0	21,8
<i>Lordithon exoletus</i> (Er.)	+	1,8	–
<i>Lordithon lunulatus</i> (L.)	32,4	1,3	1,1
<i>Lordithon thoracicus</i> (F.)	+	+	–
<i>Bolitobius formosus</i> (Grav.)	–	+	1,1
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (Steph.)	+	–	3,4
<i>Sepedophilus marshami</i> (Steph.)	1,2	+	4,6
<i>Sepedophilus pedicularius</i> (Grav.)	–	+	–
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (L.)	–	–	+
<i>Tachyporus hypnorum</i> (F.)	+	–	–
<i>Tachyporus quadriscolatus</i> Pand.	–	–	+
<i>Tachinus signatus</i> Grav.	+	–	–
<i>Oxypoda abdominalis</i> (Mannh.)	–	+	–
<i>Oxypoda annularis</i> (Mannh.)	1,2	+	1,7
<i>Atheta britanniae</i> Bernh.	–	6,1	–
<i>Atheta crassicornis</i> (F.)	1,7	1,3	1,7
<i>Atheta europaea</i> Lik.	+	–	–
<i>Atheta fungi</i> (Grav.)	1,9	28,7	2,3
<i>Atheta gaqatina</i> (Baudi)	3,1	2,2	+
<i>Atheta graminicola</i> (Grav.)	+	+	+
<i>Atheta nigriflora</i> (Grav.)	10,1	+	2,3
<i>Atheta paracrassicornis</i> Brundin	18,1	1,3	–
<i>Atheta sodalis</i> (Er.)	+	+	–
<i>Acrotona pygmaea</i> (Grav.)	–	+	–
<i>Zyras cognatus</i> (Mark.)	+	–	–
<i>Zyras funestus</i> (Grav.)	+	2,6	–
<i>Zyras humeralis</i> (Grav.)	–	3,7	–
<i>Bolitochara pulchra</i> (Grav.)	+	+	2,9
<i>Leptusa pulchella</i> (Mannh.)	–	+	–
Итого видов	43	36	25

Примечание. (+) – обилие вида менее 1 %.

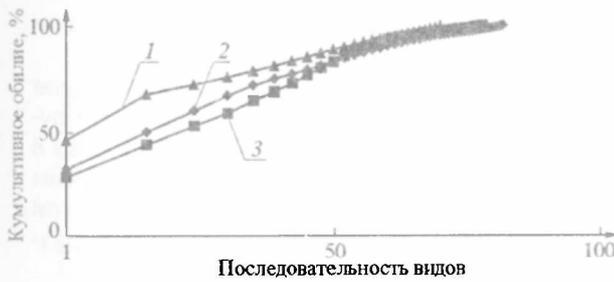


Рис. 1. k-Доминирование стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси (1 – Беловежская пуца; 2 – Березинский заповедник; 3 – Национальный парк «Припятский»)

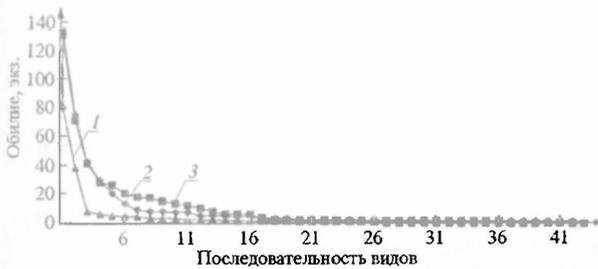


Рис. 2. Ранговое распределение обилий стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси (обозначения, как на рис. 1)

Значения индексов Шеннона сообществ стафилинид в сосновых культурах Беловежской пуцы и ББЗ, а также Беловежской пуцы и НП «Припятский» значимо различались ($p < 0,001$), причем сообщество стафилинид в Беловежской пуце менее разнообразно, чем сообщества на остальных исследованных территориях. Разнообразии сообществ стафилинид, оцененное с помощью индекса Шеннона, в сосновых культурах ББЗ и НП «Припятский» значимо не различалось, что может быть обусловлено сходными условиями обитания жуков на территориях с похожим гидрологическим режимом.

Распределение обилий видов стафилинид наи-

лучшим образом описывается моделью лог-нормального распределения в культурах ББЗ и Беловежской пуцы (см. табл. 2). Также хорошо описывает распределение обилий в Беловежской пуце лог-ряд. В ББЗ эта модель менее эффективна по сравнению с лог-нормальной, поскольку предсказывает здесь слишком много видов со средним обилием. Обе модели хуже описывают распределение обилий видов стафилинид в культурах НП «Припятский» по сравнению с сообществами стафилинид в других точках, причем в большей степени соответствует модель лог-ряда. Эти модели предсказывают здесь слишком много видов с невысоким и средним обилием, но мало редких видов. Поскольку лог-нормальное распределение может свидетельствовать о разнообразном сообществе, находящемся в условиях разнотипного воздействия факторов среды [8], то можно предположить, что

Таблица 2

Показатели разнообразия сообществ стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси

	Березинский биосферный заповедник	НП «Припятский»	Беловежская пуца
Разнообразие			
Видовое богатство	43	36	25
Число особей	414	456	174
Индекс Маргалефа	6,970	5,717	4,652
Индекс Бергера – Паркера (1/d)	3,090	3,481	2,148
Индекс Симпсона (1/D)	6,374	7,755	3,743
Индекс Шеннона	2,495	2,572	1,963
Выровненность по Шеннону	0,663	0,718	0,61
Параметр α лог-ряда	12,069	9,172	8,004
Вероятность соответствия моделям			
Лог-ряд	0,273	0,243	0,611
Лог-нормальная	0,518	0,137	0,554
Разломанного стержня	0,000	0,000	0,000

сосновые культуры в ББЗ отличаются наиболее широким спектром таких факторов, способствующих формированию наиболее разнообразного сообщества стафилинид среди всех исследованных культур.

Распределение обилий стафилинид не соответствует модели разломанного стержня во всех исследованных точках

(см. табл. 2), так как модель предсказывает слишком мало редких видов и слишком много видов со средним обилием.

Кластерным анализом по качественным данным показано обособленное положение сообщества стафилинид в сосновых культурах Беловежской пушчи (рис. 3). Более сходными по видовому составу оказались сообщества в культурах ББЗ и НП «Припятский». Кластерный анализ по количественным данным свидетельствует о близости сообществ стафилинид в Беловежской пушче и НП «Припятский» (см. рис. 3). Это может объясняться разнообразным составом субдоминантов в этих культурах в отличие от культур в ББЗ.

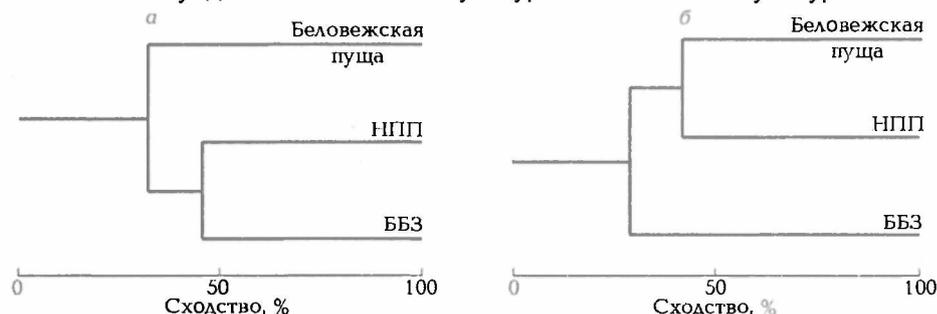


Рис. 3. Дендрограммы сходства сообществ стафилинид в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси: а – по видовому составу (индекс Жаккара), б – по количественным данным (индекс Брея – Кэртиса)

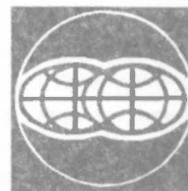
Таким образом, влияние региональных условий обитания на экологическое разнообразие стафилинид в меньшей степени отражается на видовом составе, но в большей – на структуре доминирования сообществ. Наиболее характерный для зрелых сосняков видовой состав стафилинид (с преобладанием *Staphylinus erythropterus*, *Ischnosoma splendidum*, *Sepedophilus marshami*), но самое низкое видовое разнообразие отмечены в культурах на юго-западе Беларуси (в Беловежской пушче). В то же время наиболее разнообразный состав доминантов характерен для культур на юге (в НП «Припятский»). Видовое разнообразие наиболее высокое в культурах на севере Беларуси (в ББЗ).

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, проект Б01МС-016.

1. Хотько Э. И. Новые для Белорусской ССР виды жукелиц и стафилинид (*Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae*). Мн., 1987. 21 с. Дел. в ВИНТИ 06.11.87, № 7778-В87.
2. Хотько Э. И. Почвенная фауна Беларуси. Мн., 1993.
3. Хотько Э. И., Чумаков Л. С. // Пробл. заповед. дела. 1988. № 2. С. 96.
4. Хотько Э. И., Чумаков Л. С., Селявко Т. М. // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии: Сб. ст. / Под ред. И.К. Лопатина и Э.И. Хотько. Мн., 1991. С. 258.
5. Дерунков А. В. // Энтотом. обозрение. 2000. Т. 79. № 3. С. 593.
6. Renkonen O. // Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo. 1938. № 6. P. 1.
7. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992.
8. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982.
9. Pielou E. C. Ecological Diversity. New York, 1975.
10. Krebs Ch. J. Ecological methodology. Menio Park (California), 1999.

Поступила в редакцию 21.11.2002.

Александр Викторович Дерунков – научный сотрудник лаборатории наземных беспозвоночных животных Института зоологии НАН Беларуси.



УДК 551.4:528.482

А.П. РОМАНКЕВИЧ

ТИПИЗАЦИЯ РЕЛЬЕФА МЕЛИОРИРОВАННЫХ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

According to the results of large scale mapping of the reclaiming marsh landscapes, nature-antropogenic complexes were distinguished. The classification of reclaiming nature-antropogenic complexes and cartographic models of him transformation were made on the strength of the changing of the morphometric exponents of dried peatbogs for evolution.

Основу природных болотных ландшафтов составляют озерно-болотные и озерно-аллювиальные природные комплексы, характерной особенностью которых являются торфяно-болотные почвы и выровненный рельеф земной поверхности.

Под влиянием мелиоративного освоения и дальнейшего сельскохозяйственного использования природные болотные ландшафты подвергаются резкому изменению и деградации. Это выражается в трансформации и усложнении основных компонентов ландшафта, в первую очередь почвенного покрова и рельефа. В начальный период мелиоративного освоения резкое понижение уровня грунтовых вод ведет к изменению направления почвообразовательных процессов. Вместо аккумуляции органического вещества происходит его разложение и потери – сработка торфа, которая приводит к понижению осушенной поверхности торфяников и в дальнейшем – к изменению рельефа. Таким образом, почвообразовательные процессы на данном этапе оказывают непосредственное влияние на формирование поверхности и являются основным фактором преобразования природных болотных ландшафтов. В результате сработки торфа поверхность торфяников понижается со средней интенсивностью 9,7–16,5 (максимальная – 22,1) мм/год, что в абсолютных показателях за 25-летний период исследований составляет от 193 до 347 мм, при максимальном значении 377 мм [1]. В дальнейшем при значительном уменьшении торфяной залежи, понижении осушенной поверхности и появлении антропогенных почв, образовавшихся на месте торфяных, существенное влияние на дифференциацию почвенного покрова оказывает рельеф. В зависимости от характера поверхности и экспозиции склонов формируются почвы, различающиеся по увлажнению. На повышенных элементах рельефа осушенных территорий, занятых минеральными песчаными почвами, проявляется ветровая эрозия и образуются дефлированные почвы. На этом этапе эволюции болотных ландшафтов ведущим фактором в формировании почвенного покрова выступает рельеф.

В результате трансформации осушенные природные комплексы преобразуются в природно-антропогенные.

Для выявления степени преобразования природно-антропогенных комплексов (ПАК) проведено крупномасштабное картографирование мелиори-

рованных ландшафтов Белорусского Полесья на территории двух хозяйств, общая площадь которых составляет более 7,5 тыс. га (колхоз «Полесье» Любанского района Минской области – 4177 га и колхоз «Корнадь» Свислочского района Гродненской области – 3365 га). Картографирование выполнено в масштабе 1:10 000 с использованием гипсометрических и почвенных карт масштаба 1:10 000, топографических планов мелиоративных изысканий масштаба 1:2000, материалов инвентаризации осушенных земель, а также результатов многолетних наблюдений на стационарных объектах [2].

По результатам исследований в пределах картографируемой территории выделено 19 ПАК мелиорированных ландшафтов. Они различаются между собой глубиной и густотой расчленения рельефа, высотой гипсометрических уровней, плотностью распространения отдельных форм и элементов микрорельефа, а также определенными разновидностями торфяных почв и их сочетанием с антропогенными минеральными осушенными почвами и различной их устойчивостью к деградации. Таким образом, выделение контуров ПАК осуществлялось на основании степени преобразованности характера поверхности и изменения структуры почвенного покрова, а также с учетом приуроченности отдельных почвенных разновидностей к определенным гипсометрическим уровням и элементам рельефа. Площади выделенных комплексов составляют от 20 до 150 га и лишь немногие из них представлены компактными контурами площадью более 200 га [3].

Для изучения современных рельефообразовательных процессов и установления степени трансформации поверхности осушенных территорий проведена типизация рельефа мелиорированных ПАК. Критериями служили морфометрические показатели земной поверхности на различных этапах мелиоративного освоения осушенных торфяников с учетом изменения их величин в процессе эволюции [1]. Было выделено пять типов рельефа и составлены их картографические модели (таблица).

Изменение рельефа мелиорированных ландшафтов происходит в направлении усложнения структуры и увеличения расчленения поверхности от первого типа к последнему. Степень трансформации рельефа мелиорированных ландшафтов зависит от мощности торфяной залежи, давности мелиоративного освоения территории, характера поверхности минерального ложа, подстилающего торфяник, и величины понижения уровня грунтовых вод.

На территории хозяйства «Полесье» Любанского района выделены все пять типов рельефа. Земельный фонд хозяйства уже более 70 лет с начала интенсивного осушения используется в сельскохозяйственном производстве. За этот период поверхность торфяников понизилась в среднем более чем на 50 см, а на отдельных участках – более чем на 1,0 м. Значения абсолютных высот современной дневной поверхности в пределах хозяйства составляют от 135,5 до 142,5 м.

Типы рельефа мелиорированных ландшафтов на исследуемой территории представлены следующим образом. Плосковогнутый и плоский очень слаборасчлененный тип рельефа имеет незначительную площадь распространения – 255 га, или всего 6 % исследуемой территории. Этот тип рельефа характерен для трансформированных низких плосковогнутых и плоских заторфованных котловин и западин с мощной и среднечистой торфяной залежью, подверженных эрозии и сработке торфа ПАК. В рельефе мелиорированных территорий он занимает наиболее низкие гипсометрические уровни с абсолютными высотами от 135,5 до 136,5 м. Поверхность ровная, уклоны отдельных котловин и западин не превышают 0,4 %, а вертикальная расчлененность поверхности в среднем составляет 0,5–0,7 м.

Основные количественные характеристики и картографические модели типов рельефа мелиорированных ландшафтов

Тип рельефа мелиорированных ландшафтов	Картографическая модель (высота сечения рельефа 1 м)	Количественные характеристики		
		уклон поверхности, i (%)	Вертикальное расчленение, м	горизонтальное расчленение (плотность микроформ $K=N/P$ при сечении рельефа 1 м), $N/км^2$
1. Плосковогнутый и плоский очень слаборасчлененный с отдельными котловинами и западинами		0,05–0,4	0,2–1,0	Очень слаборасчлененный (до 15)
2. Плоский и плосковолнистый слаборасчлененный с чередованием отдельных микровышеений и микропонижений		0,4–0,6	0,5–1,5	Слаборасчлененный (15–30)
3. Плоскоступчатый и волнистый, иногда бугристо-западинный расчлененный, осложненный замкнутыми минеральными буграми и западинами		0,6–0,8	0,5–2,0	Расчлененный (30–50)
4. Бугристо-западинный и взбугренный сильнорасчлененный с множеством минеральных бугров и западин		0,8–1,0	До 2,5	Сильнорасчлененный (50–75)
5. Волнистый и бугристый очень сильнорасчлененный с высокой плотностью размещения микроформ (бугров и западин)		Более 1,0	Более 2,5	Очень сильнорасчлененный (свыше 75)

Плоский и плосковолнистый слаборасчлененный и плосковолнистый и волнистый (иногда бугристо-западинный) расчлененный типы рельефа представлены на площади 1517,5 и 1244 га, или 36 и 30 % территории соответственно. Они приурочены к трансформированным низким плоским и плосковолнистым с чередованием заторфованных западин и отдельных минеральных микроповышений со среднемошными и маломощными торфяными почвами в сочетании с торфяно-глеевыми и торфянисто-глеевыми почвами подверженных эрозии и сработке торфа ПАК, а также к трансформированным повышенным плосковолнистым и волнистым, иногда плоскобугристым с западинами и минеральными буграми с маломощными торфяными, торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами в сочетании с дерново-заболоченными и дерново-подзолистыми заболоченными почвами подверженных эрозии, сработке торфа и деградации ПАК. Эти типы рельефа распространены равномерно по всей площади ключевого хозяйства и представлены компактными контурами с невысокой степенью расчленения поверхности и занимают средние гипсометрические уровни исследуемой территории, где абсолютные высоты находятся в интервалах 136,0–137,5 м и 137,0–139,0 м. Отдельные микроповышения и микропонижения имеют ук-

лоны до 0,6 и 0,8 %, а вертикальное расчленение поверхности колеблется от 0,5 до 1,5 м и от 0,5 до 2,0 м соответственно для каждого рассматриваемого типа рельефа.

Бугристо-западинный и взбугренный сильнорасчлененный тип рельефа представлен на площади 725 тыс. га, или 17,5 % исследуемой территории. Приурочен к сильнотрансформированным повышенным бугристо-западинным с чередованием мелких бугров, отдельных западин и блюдец с антропогенными минеральными оторфованными почвами, образовавшимися после сработки торфа, в сочетании с торфянисто- и торфяно-глеевыми почвами подверженных эрозии и деградации ПАК. В основном это взбугренная поверхность, осложненная минеральными буграми в сочетании с отдельными западинами. Этот тип рельефа характерен для маломощных торфяников с продолжительным сроком осушения (50–70 лет). В рельефе занимает средние и повышенные гипсометрические уровни мелиорированных ландшафтов с абсолютными высотами от 138,5 до 141,0 м, уклонами поверхности до 1 % и относительными высотами до 2,5 м.

Волнистый и бугристый очень сильнорасчлененный тип рельефа занимает площадь 435,5 га, или 10,5 % исследуемой территории. Характерен для преобразованных повышенных и высоких волнистых и бугристых с множеством бугров и западин с дерново-заболоченными и дерново-подзолистыми заболоченными почвами в сочетании с дерново-подзолистыми почвами подверженных эрозии и деградации ПАК. Характеризуется высокой плотностью размещения отдельных микроформ рельефа и приурочен к периферийным зонам осушенных болотных массивов и смежных с ними территорий. В рельефе мелиорированных ландшафтов занимает повышенные и высокие гипсометрические уровни с абсолютными высотами 139,5–142,5 м. Уклоны поверхности превышают 1 %, а относительные высоты – 2,5 м.

Согласно проведенной типизации рельефа мелиорированных ПАК, выявлены территориальная дифференциация поверхности и направления современных рельефообразовательных процессов территорий с различными сроками давности осушения и сельскохозяйственного использования. Каждый тип рельефа мелиорированных ландшафтов характеризует преобразованную поверхность на новом этапе ее эволюционного развития и отличается один от другого новыми формами качественно-количественного содержания, отражая переход из одной стадии в другую, более трансформированную. Установлена тенденция эволюции почв относительно степени трансформации поверхности. Типы рельефа выступают как основные факторы дифференциации почвенного покрова. Сочетание гипсометрических уровней поверхности с определенными почвенными разновидностями и выделенные в соответствии с ними природно-антропогенные комплексы мелиорированных ландшафтов могут служить основой для землеустройства территории, а также для оптимизации системы землепользования и реконструкции мелиоративных систем и объектов.

1. Романкевич А.П. Трансформация рельефа мелиорированных ландшафтов Белорусского Полесья: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Мн., 2001.

2. Аношко В.С., Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф. и др. Методика картографирования природных территориальных комплексов осушенных территорий. Мн., 2000.

3. Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф., Романкевич А.П. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2001. № 1. С. 75.

4. Бамбалов Н.Н., Белковский В.И., Мееровский А.С. и др. Агроэкологические проблемы антропогенно нарушенных болотных экосистем. Мн., 1997.

Поступила в редакцию 10.12.2002.

Александр Петрович Романкевич – кандидат географических наук, преподаватель кафедры геодезии и картографии.

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ НА ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАРИННЫХ УСАДЕБ

The article is devoted to the influence of landscape diversity on the peculiarities of country estates location. The landscape analysis of country estates temporal location on the territory of Byelorussian height province is given. The role of country estates in landscape diversity as an element of ethnic-cultural landscape is considered.

Сохранение и поддержание ландшафтов традиционного природопользования и связанного с ними культурно-исторического наследия являются одними из приоритетных задач устойчивого социально-экономического развития [1]. Обладая особой ценностью, эти территории отражают сложившийся веками уклад и образ жизни местного населения с его этническими особенностями, традициями, культурой земледелия и градостроительства, уникальными народными промыслами. Являясь густонаселенным и староосвоенным сельскохозяйственным регионом страны, Белорусская возвышенная ландшафтная провинция представляет собой территорию, на которой находится большое количество уникальных памятников как национальной, так и мировой истории и культуры. Интенсивное ведение хозяйства обуславливает особую актуальность проблемы устойчивого развития для этого региона. Одним из наиболее эффективных подходов к ее решению в области охраны природы и рационального природопользования является сохранение и поддержание биологического и ландшафтного разнообразия.

Понятие «ландшафтное разнообразие» относительно новый и еще не устоявшийся термин. По существу, он обозначает «формальное выражение многочисленных соотношений, существующих в определенный период времени между отдельными объектами или обществом и топографическими определителями территории, внешний вид которой есть результат действия природных и человеческих факторов и комбинации их обоих» [1]. Из этого определения следует, что данное понятие широко и многогранно и включает в себя природные, антропогенные, культурно-исторические особенности ландшафта.

Природное ландшафтное разнообразие, отражающее его морфологическую структуру, является вещественно-организующей матрицей для сохранившихся и утраченных биологических видов и экосистем. Их тесная взаимосвязь обуславливает устойчивость, т. е. способность ПТК противостоять внешним разрушительным воздействиям, сохраняя структуру и функционирование. Учитывая многообразие структурных компонентов и качественных характеристик ландшафта, показатель ландшафтного разнообразия дает возможность охарактеризовать структуру, оригинальность и мозаичность почвенного покрова и растительности и выявить участки с этими потенциально высокими показателями. Поэтому знание ландшафтного разнообразия выступает как основа для анализа и обобщения разрозненной информации, а также позволяет оценить экологическое состояние компонентов ландшафта, их устойчивость и сохранность, применять этот показатель как индикатор для мониторинга окружающей среды и охраны природы.

Неразрывная взаимосвязь природных и антропогенных ландшафтов подчеркивает необходимость рассмотрения проблемы ландшафтного разнообразия с учетом природных и антропогенных компонентов и их взаимовлияния. Так, с одной стороны, вследствие хозяйственной деятельности упрощается структура ландшафта, с другой – в нем создаются колоссальная контрастность и структурированность [2].

В каждом регионе преобразование человеком природного ландшафта отражает динамическое взаимодействие с природой, культурное и биологи-

ческое развитие и является сложным процессом – этноландшафтной коэволюцией [3]. При этом формируется особый этнокультурный ландшафт с присущими только ему особенностями, которые предусматривают продолжительность, постепенность его структурных изменений в соответствии со сменой традиций природопользования, адаптацией инноваций и заимствований, мировоззренческих взглядов, художественных представлений. В процессе этноландшафтной коэволюции создаются особые неповторимые ландшафты. Их компоненты – села, города, усадьбы, парки, сады, дороги, крепости, замки, соборы, монастыри, городища и другие культурно-исторические объекты – придают территории своеобразный и неповторимый облик и содержат наследие традиционной культуры [2].

Усадебно-парковые комплексы Беларуси – оригинальная форма творческой деятельности отечественных, российских и западноевропейских зодчих. Они воплощают в себе высокохудожественную реализацию прогрессивных общеевропейских планировочных идей садово-паркового искусства. Эти идеи в Беларуси определялись социально-экономическими условиями и философско-мировоззренческими взглядами с учетом местных природных особенностей, бытовых и культурных традиций. С белорусскими усадьбами связаны имена видных исторических деятелей, представителей литературы и искусства. К сожалению, многое безвозвратно утеряно, но то, что осталось, является классическим наследием, имеющим большое научное и практическое значение. Это «памятники времени, составляющие духа и культуры народа» [4].

Изучению старинных усадеб Беларуси посвящено большое количество работ, среди которых следует особо выделить исследования А.Т. Федорука [4, 5]. В настоящее время достаточно полно изучены стилевые, планировочные и архитектурные особенности белорусских усадеб, их функциональное использование, состав и качество насаждений усадебных парков [5, 6]. На основании определения старинных усадеб Беларуси как комплекса жилых, хозяйственных, парковых и других построек, составляющих единое архитектурное целое и представляющих собой один из наиболее важных компонентов этнокультурного ландшафта и ландшафтного разнообразия Беларуси, нами были изучены особенности их размещения в пределах ландшафтов Белорусской возвышенной провинции.

Этот регион выделяется самой сложной ландшафтной структурой. Сочетание возвышенных, средневысотных и (в меньшей мере) низменных ПТК обуславливает высокую степень мозаичности ландшафтных выделов, разнообразие почв и почвогрунтов, что является предпосылкой для формирования различных растительных сообществ. Крупно- и среднехолмистый рельеф в сочетании с лесами и долинами рек создает необычайно живописный и эстетически привлекательный ландшафт. Всего в пределах провинции выделено 9 родов и 33 вида ландшафтов. Индивидуальность провинции придают холмисто-моренно-эрозионные, камово-моренно-эрозионные и вторичноморенные ландшафты, распространенные более чем на 2/3 территории. Среди прочих следует отметить широкое распространение вторичных водно-ледниковых ПТК и нерасчлененных речных долин [7].

В ходе исследования нами было проанализировано местоположение 202 старинных усадеб, находящихся на территории Белорусской возвышенной провинции. К настоящему времени лишь незначительная часть из них относительно хорошо сохранилась, не утратив своей композиционной целостности, большинство же представлено в виде отдельных фрагментов либо разрушено. Белорусские усадьбы в своем большинстве представляют образцы замково-парковой, дворцово-парковой и усадебно-парковой архитектуры XVII–XX вв.

Использованием комплекса архитектурно-планировочных работ, объединенных единым архитектурным решением, приемов ландшафтного проектирования и планировки достигалась композиционная завершенность усадебного ансамбля, в результате чего он гармонично сочетался с окружающим ландшафтом.

Стилевые особенности старинных усадеб Беларуси охватывают основные архитектурные направления (ретроспективно-готический, неоготический, ренессанс, барокко, классицизм, романтизм, модерн, эклектика), но, несмотря на это, большинство старинных усадебных комплексов имеют ряд общих черт [5, 8]. Основное жилое строение (замок, дворец, усадебный дом) является главным сооружением усадебного ансамбля, вокруг которого выстраивается остальной комплекс. Для усадебного дома место выбиралось на возвышенности (холме, террасе) с визуальными пространственными перспективами. Неотъемлемым атрибутом каждого комплекса являлся приусадебный парк. Парки и сады, площадь которых колебалась от 3 до 300 га, являлись важнейшими элементами усадебной архитектуры. Наряду с традиционными древесными породами в приусадебных парках высаживалось большое количество интродуцентов и экзотических видов растений, например, в Несвижском парке последних насчитывается 110 видов. Многие парки представляют особую ценность как уникальные дендрологические коллекции [6]. В наше время некоторые сохранившиеся садово-парковые комплексы рассматриваются как памятники природы и образцы садово-паркового искусства. Водные объекты – пруды, каналы, ручьи, ключи – являлись неотъемлемой частью практически каждой усадьбы. В основном это были искусственные водоемы или благоустроенные участки естественных водоемов. Важными элементами усадебной архитектуры были культовые, хозяйственные и другие сооружения.

Ландшафтный анализ пространственного размещения старинных усадеб на территории Белорусской возвышенной провинции выявил ряд особенностей. Усадебные комплексы встречаются здесь во всех родах ландшафтов, за исключением болотных комплексов. Наиболее часто они приурочены к холмисто-моренно-эрозионным, вторичноморенным ландшафтам и нерасчлененным речным долинам (рис. 1). В пределах других родов усадьбы встречаются значительно реже. Как показывают данные таблицы, высокая плотность усадеб наблюдается в тех ландшафтных районах, где высоко значение ландшафтного разнообразия и в структуре которых преобладают холмисто-моренно-эрозионные и вторичноморенные ландшафты. Расчет показателя разнообразия для ландшафтных районов производился нами на основе информации статистического индекса Шеннона (H') [9] с применением данных, полученных в результате определения площадей контуров видов ландшафтов согласно ландшафтной карте Республики Беларусь [10].



Рис. 1. Встречаемость старинных усадеб в пределах ландшафтов Белорусской возвышенной провинции

География

Индексы ландшафтного разнообразия и плотность усадеб в границах ландшафтных районов Белорусской возвышенной провинции

Ландшафтный район	<i>H'</i> района	Плотность усадеб/1000 км ² в пределах района	Роды ландшафтов	Плотность усадеб/1000 км ² в пределах рода
Гродненский	1,95	7,6	Холмисто-моренно-эрозионные	14,4
			Камово-моренно-эрозионные	4,6
			Вторичноморенные	4,8
Волковысский	1,95	9,8	Холмисто-моренно-эрозионные	15,6
			Вторичноморенные	13,3
			Речные долины	17,2
Новогрудский	1,93	7,8	Холмисто-моренно-эрозионные	10,0
			Пойменные	–
			Речные долины	34,2
Средне-неманский	1,03	3,5	Вторичноморенные	44,6
			Вторичные водно-ледниковые	1,6
			Аллювиально-террасированные	0,9
			Пойменные	–
Верхне-неманский	1,49	1,0	Вторичные водно-ледниковые	–
			Аллювиально-террасированные	6,0
			Пойменные	2,3
			Болотные комплексы	–
Лидский	1,56	6,3	Речные долины	4,0
			Холмисто-моренно-эрозионные	24,8
			Вторичноморенные	9,0
			Моренно-зандровые	3,0
Ошмянский	1,9	5,5	Речные долины	10,6
			Холмисто-моренно-эрозионные	6,8
			Камово-моренно-эрозионные	4,7
			Речные долины	10,6
Вилейский	1,85	3,6	Вторичноморенные	5,2
			Вторичные водно-ледниковые	6,2
			Болотные комплексы	–
			Речные долины	7,3
Березинско-Бобрский	1,05	1,6	Холмисто-моренно-эрозионные	–
			Камово-моренно-эрозионные	2,3
			Моренно-зандровые	–
			Болотные комплексы	–
			Речные долины	–
Верхне-березинский	1,4	–	Вторичные водно-ледниковые	–
			Болотные комплексы	–
			Речные долины	–
Минский	2,31	4,0	Холмисто-моренно-эрозионные	5,5
			Камово-моренно-эрозионные	6,4
			Вторичноморенные	–
			Вторичные водно-ледниковые	14,7
			Болотные комплексы	–
Столбцовский	1,22	4,9	Речные долины	14,1
			Вторичноморенные	5,5
Копыльский	1,25	9,7	Речные долины	11,9
			Холмисто-моренно-эрозионные	9,7

Для ландшафтных районов Белорусской возвышенной провинции была высчитана плотность усадеб на 1000 км² (рис. 2). Наиболее высокая плотность отмечена в Волковысском и Копыльском районах (более 9 усадеб/1000 км²), наименьшая – в Верхненеманском, Березинско-Бобрском, Верхнеберезинском районах. Из рис. 2 видно, что распределение плотности старинных усадеб в пределах провинции существенно различается. Ландшафтные районы с наибольшей величиной данного показателя характерны для южной ее части (Гродненский, Волковысский, Новогрудский, Копыльский). Это районы, в структуре которых преобладают холмисто-моренно-эрозионные ландшафты с высоким индексом ландшафтного разнообразия *H'* (1,93–1,95). Средняя плотность (2,5–7,5 усадеб/1000 км²) наблюдается в районах центральной части провинции (исключение – Верхненеманский). Для них характерны сочетания холмисто-моренно-эрозионных, вторичноморенных, камово-моренно-эрозионных, вторичных водно-ледниковых, аллю-

виально-террасированных ландшафтов, чем обеспечивается достаточно высокое значение H' (1,5–2,3). Для районов с низким показателем плотности усадеб (Верхненеманский, Березинско-Бобрский, Верхнеберезинский) характерно широкое распространение пойменных, камово-моренно-эрозионных, вторичных водно-ледниковых ПТК с низким показателем H' (1,05–1,4). Широкое распространение плодородных дерново-слабо- и среднеподзолистых и дерново-палево-подзолистых почв на лессовидных и водно-ледниковых суглинках и супесях в пределах холмисто-моренно-эрозионных и вторичноморенных ландшафтов объясняет высокую плотность усадеб для этих ПТК. Например, в Средненеманском районе к вторичноморенным ландшафтам, занимающим здесь всего около 5 % площади территории, приурочены 5 из 7 усадеб. Кроме того, по сравнению с другими родами ландшафтов провинции их видовая структура намного разнообразней (13 и 5 разновидностей соответственно). Высокая плотность усадеб по речным долинам объясняется тем, что некоторые из них расположены на границе с другими ПТК, и разные части усадьбы занимают различные элементы ландшафта. Например, усадебный дом расположен на моренном холме, а усадебный парк и искусственные водоемы приурочены к речной террасе или пойме.

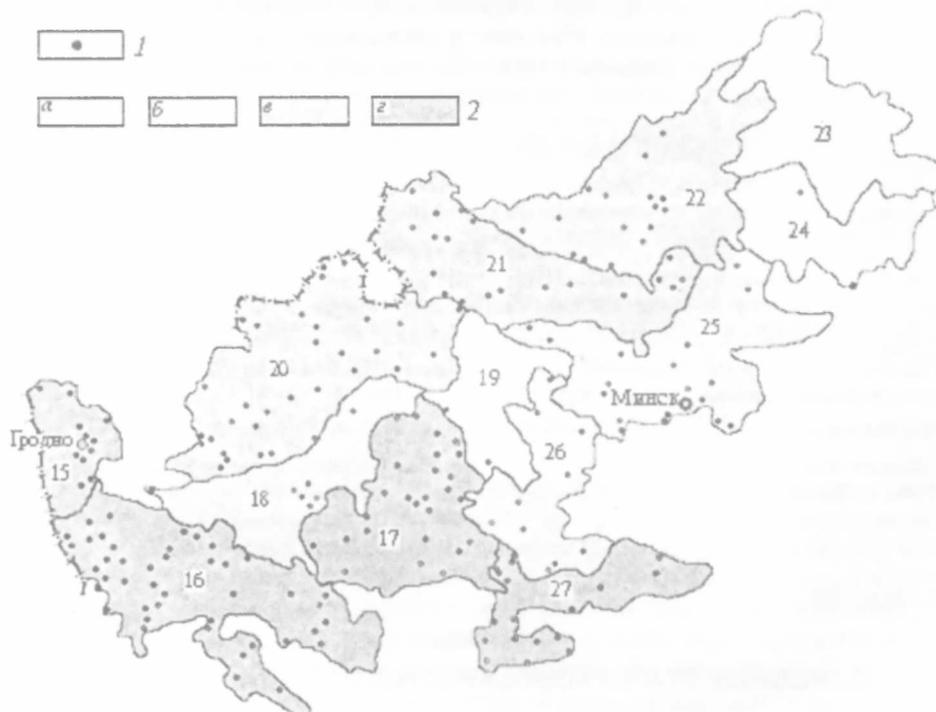


Рис. 2. Размещение старинных усадеб в пределах Белорусской возвышенной провинции:

1 – усадьбы; 2 – плотность (число усадеб/1000 км²): а – 0–2,5, б – 2,5–5, в – 5–7,5, г – более 7,5. Цифрами обозначены ландшафтные районы в соответствии с легендой карты ландшафтного районирования Беларуси: 15 – Гродненский, 16 – Волковысский, 17 – Новогрудский, 18 – Средненеманский, 19 – Верхненеманский, 20 – Лидский, 21 – Ошмянский, 22 – Вилейский, 23 – Верхнеберезинский, 24 – Березинско-Бобрский, 25 – Минский, 26 – Столбцовский, 27 – Копыльский

Более четкую картину размещения усадеб дают данные анализа их местоположения в пределах видов ландшафтов. Более половины всех усадеб (102) приурочены к границам 2 или 3 видов, т. е. к местам повышенного ландшафтного разнообразия. Как показывает исследование, в подобных случаях наиболее характерно сочетание ПТК с нерасчлененными речными долинами или с ландшафтами, имеющими разный характер рельефа (средне- или мелкохолмистый с плоским или волнистым и т. д.). В некоторых случаях усложнение рельефа территории усадьбы проводилось искус-

ственно. Наиболее часто встречаются усадьбы в пределах мелкохолмистых, мелкохолмисто-увалистых, среднехолмистых и крупнохолмистых холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов, а также волнисто-увалистых и холмисто-волнистых вторичноморенных. Для них характерно сложное внутреннее строение и пространственная дифференциация урочищ. Свойственный этим ПТК разнообразный рельеф в сочетании с лесами и долинами рек создает необычайно живописный и эстетически привлекательный ландшафт. Наличие разнообразных элементов рельефа нерасчлененных речных долин (элементы поймы, речных террас) обуславливает широкое распространение усадебных комплексов в пределах данных ландшафтов либо на границе с ними. Для других видов (плоские, волнистые, платообразные) усадьбы менее характерны.

Таким образом, можно заключить, что основными предпосылками размещения старинных усадеб на территории Белорусской возвышенной провинции выступили ландшафтное разнообразие и наличие плодородных почв. Первое обуславливало живописность и эстетическую привлекательность территории, второе – ведение сельскохозяйственного производства. Старинные усадьбы являются ценными объектами культурно-исторического наследия, важным компонентом этнокультурного ландшафта и ландшафтного разнообразия Беларуси. Поэтому проблема охраны, восстановления и рационального использования старинных усадебных комплексов остается весьма актуальной.

1. Панъевропейская стратегия в области биологического и ландшафтного разнообразия. Страсбург, 1995.
2. Романчук С. П. // Ландшафтне різноманіття України. Київ, 1999. С. 76.
3. Мухин Г. Д. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. 1999. № 1. С. 76.
4. Федорук А. Т. Садово-парковое искусство Белоруссии. Мн., 1989. С. 4.
5. Он же. Старинные усадьбы Минского края. Мн., 2000.
6. Он же. Старинные парки Белоруссии. Мн., 1985.
7. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И. Марцинкевич. Мн., 1989.
8. Кулагін А. М. Электыка. Архітэктура Беларусі другой паловы XX стагоддзя. Мн., 2000.
9. Эггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992.
10. Ландшафтная карта Белорусской ССР. М., 1984.

Поступила в редакцию 23.12.2002.

Сергей Иванович Король – аспирант кафедры географической экологии. Научный руководитель – доктор географических наук, профессор Г.И. Марцинкевич.

УДК 528.913/93

Л.В. АТОЯН

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ КОМПЬЮТЕРНОГО СОЗДАНИЯ КАРТ

Questions of automation map compiling by means of modern technical equipment and vector graphic programs for print purposes are represented. The main forming aspects of a cartographic view basing from the most simple geometrical (design) symbols in interactive graphics on the monitor are given in the article.

Внедрение компьютерных технологий во все сферы деятельности человека в полной мере коснулось и картографического производства, в частности создания карт с целью их полиграфического воспроизведения.

Новые компьютерные технологии обеспечивают высокое качество картографического изображения, оперативность его создания и обновления, долговременность хранения, многократность воспроизведения, современный дизайн. Наличие технических средств и графических программ, позволяющих создавать картографические изображения любой тематики и сложности, существенно облегчает работу картографа. Основными этапами ком-

пьютерного составления карты являются: 1) ввод данных, 2) логико-математическая обработка информации, 3) вывод изображения.

Ввод картографической информации предполагает перевод графического изображения в цифровой вид, т. е. аналого-цифровое преобразование графических материалов – карт, планов, фотокарт и др. В результате этого контуры объектов и горизонтالي отображаются как координаты их точек (метрическая информация) и автоматически регистрируются на техническом носителе (например, на лазерном или магнитооптическом дисках, дискете, магнитной ленте, экране монитора и т. д.). На этот же носитель записывается семантическая (содержательная) и синтаксическая (о геометрической структуре и форме контуров и рельефа) информация. В соответствии с особенностями считывания данных различают несколько способов дигитализации (цифрования): ручной ввод точечных объектов, полуавтоматический – линейных объектов и автоматическое сканирование [1]. Результатом первого и второго способов является векторная модель, третьего – растровая модель.

При автоматическом вводе графической информации с помощью сканирующего устройства возможен выбор оптимального режима сканирования, например, с определенным разрешением считываемого изображения, что зависит от требуемой точности и детальности создаваемого картографического произведения, а также от качества исходного материала.

В результате сканирования создается растровое изображение, которое нуждается в дальнейшей векторизации, т. е. переводе растровой формы в векторную, поскольку имеет низкое графическое качество и не удовлетворяет необходимым требованиям полиграфического воспроизведения. Тем не менее автоматический способ ввода картографического изображения предпочтительнее, так как производится в считанные минуты.

В настоящее время имеют право на существование оба подхода к цифрованию карт: с применением дигитайзеров и векторизация по растровой подложке. Оцифровку малонасыщенных карт (особенно больших размеров) или выборочный ввод информации предпочтительнее выполнять с использованием дигитайзеров. Автоматическую векторизацию лучше использовать при работе с чертежами, планами, картами с большой графической нагрузкой.

Процесс векторизации растровой подложки осуществляется на этапе обработки сканированного изображения в одной из программ графического дизайна (например, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw) в интерактивном (диалоговом) режиме, когда оператор дает команды, а соответствующая программа выполняет их в режиме реального времени. Для этого после сканирования и предварительной обработки в программе Adobe Photoshop (масштабирование, поворот, обработка фильтрами и др.) растровое изображение «перебрасывается» в один из векторных редакторов, где производится построение картографического изображения по элементам содержания.

Формирование изображения в векторном формате осуществляется путем ручной обводки (обрисовки) растровой подложки (линейных и площадных объектов) или построения внемасштабных условных знаков точечных объектов с помощью инструментария программы.

Составление карты производится по слоям, на каждом из которых располагается один элемент ее содержания или его часть. Количество слоев в каждом конкретном случае определяется сложностью картографического изображения. Каждый из элементов содержания карты (гидрография, дороги, населенные пункты и др.) помещается на отдельный слой. Кроме того, при необходимости некоторые элементы содержания одной группы могут быть размещены на нескольких слоях. Например, при построении (обработ-

ке) гидрографии на один слой могут быть помещены реки, а на другой – озера. Такое распределение картографического изображения по слоям позволяет производить его редактирование на любой стадии компьютерного составления карты, изменять порядок наложения слоев друг на друга, «отключать» слои и т. д. Одновременно производится редактирование, генерализация и корректура изображения.

Удобный в применении интуитивный пользовательский интерфейс графических редакторов дает возможность быстро овладеть компьютерной технологией составления карт. Программы векторной графики имеют в своем арсенале набор инструментов и команд, позволяющих формировать на экране персонального компьютера изображение любой сложности на основе элементарных геометрических фигур и кривых.

Аналогично и картографическое изображение можно представить в виде набора простейших геометрических символов (конструктивных элементов) с различными характеристиками (рисунком, размером, цветом, текстурой). Из конструктивных элементов формируется словарь на основе их топологии, структуры и иерархии изобразительных средств (рис. 1).

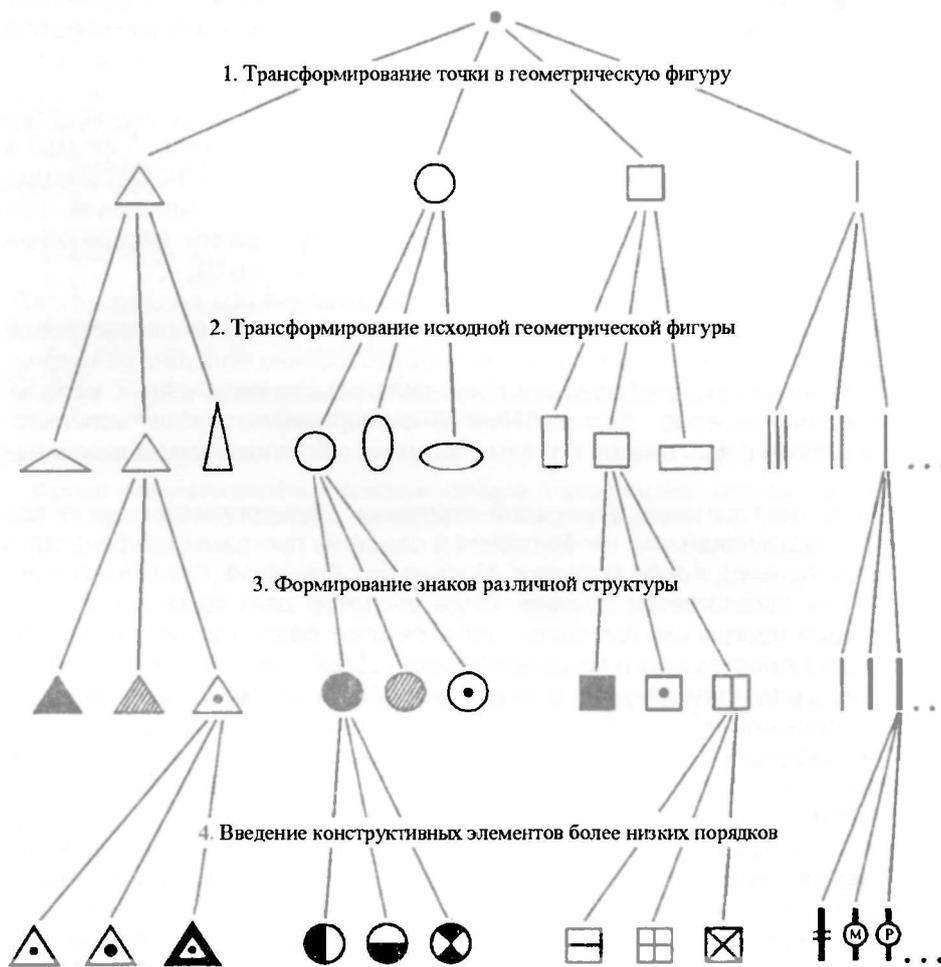


Рис. 1. Пример формирования словаря конструктивных элементов

Отработка классификационных признаков и категорий картографируемых объектов представляется в виде понятийно-содержательной модели с отображением их иерархии в виде графа-дерева. На рис. 2 приведен при-

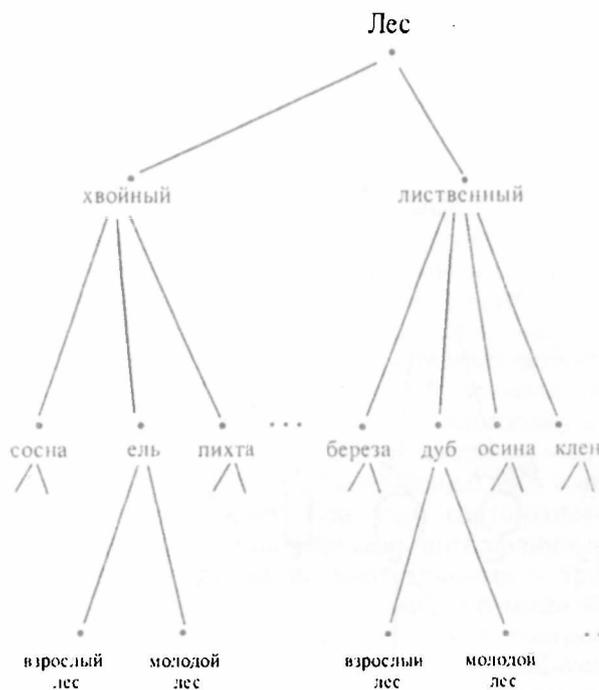


Рис. 2. Пример построения классификационной модели лесной растительности

мер построения классификационной модели. Вершина графа обозначает объект (элемент содержания карты).

На основе словаря конструктивных элементов и понятийно-содержательной классификационной модели объектов можно разработать систему условных обозначений для любого элемента содержания карты, отвечающую требованиям автоматизированной обработки изображения, его долговременного хранения и многократного оперативного использования при составлении карт разных масштабов, территори-

ального охвата и тематики. На рис. 3 приведен вариант построения системы картографических условных знаков лесной растительности.

Как известно, автоматизированная обработка данных требует их формализации. Построение картографического изображения на основе его иерархического описания из конечного набора элементарных символов формализует картографическую информацию и обеспечивает логику построения изображения. Такое изображение может храниться в автоматизированных банках картографических данных и быть подвергнуто содержательному анализу и поиску, поскольку строится на принципах унификации и стандартизации условных обозначений, а также однозначного соответствия графического изображения смысловому содержанию отображаемого объекта.

В данном случае можно говорить о формализованном (машинно-ориентированном) картографическом языке, позволяющем формировать картографическое изображение с помощью классификационной содержательной модели объектов и словаря конструктивных элементов.

Большинство современных моделей персональных компьютеров обеспечивают так называемый режим WYSIWYG («what you see is what you get») – «что видишь, то и получаешь». Это означает, что на выходе пользователь имеет изображение, идентичное тому, которое он построил на экране компьютера. Это дает возможность оперативного создания нескольких экспериментальных образцов и выбора оптимального варианта.

В результате компьютерной обработки картографического изображения в зависимости от целевого назначения создается либо тематическая карта, либо карта-основа, которую можно долгое время хранить на машинных носителях (например, на магнитооптических дисках), оперативно обновлять и многократно использовать для создания серии тематических карт, карт динамики какого-либо явления или атласов одной и той же территории. Карт-основ может быть несколько с различной степенью нагрузки для изданий разных масштабов и тематики.

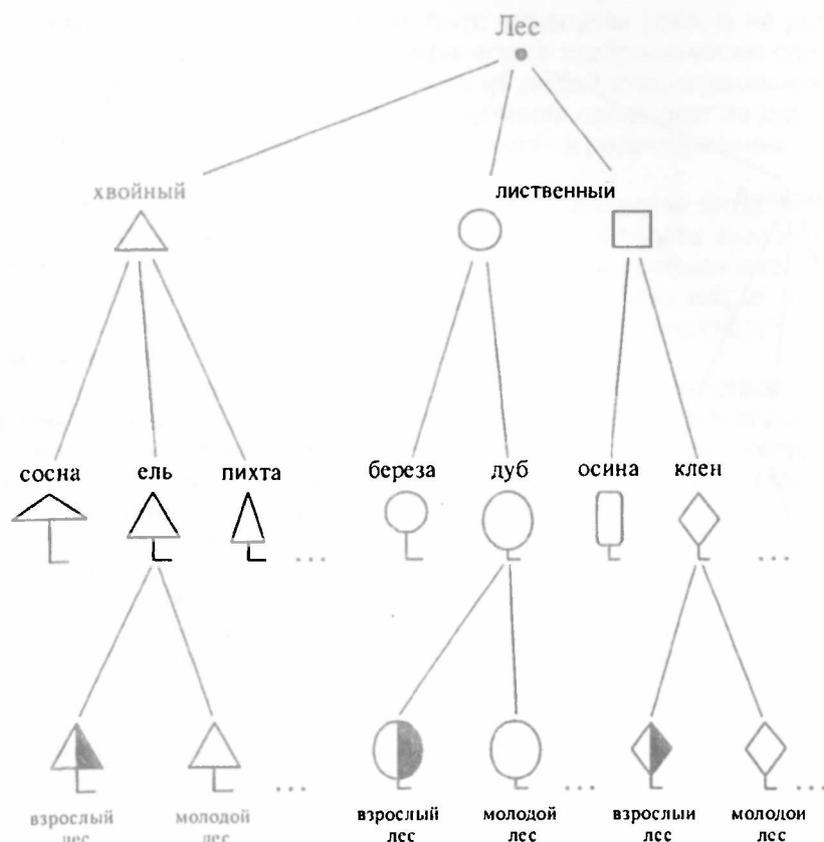


Рис. 3. Построение системы формализованных картографических условных знаков на примере лесной растительности

Процессом компьютерного составления карт более высокого уровня должна стать автоматическая векторизация изображения, когда растровая основа (подложка) обрабатывается, т. е. переводится в векторный формат в автоматическом режиме с помощью программ автовекторизации (например, CorelTRACE).

В настоящее время внедрение этой технологии затруднительно, поскольку картографическое изображение является достаточно сложным по графическому начертанию, что выражается в большом количестве пересечений элементов различных групп условных обозначений, и программы автовекторизации не в состоянии автоматически распознавать, к какому элементу содержания карты отнести то или иное изображение. В этом случае приходится вручную производить редактирование изображения, что намного сложнее, чем ручная обводка растровой подложки. Данное направление требует дальнейших теоретических и практических разработок.

К такому же классу задач относится проблема автоматизации процесса генерализации картографического изображения, что связано со сложностью формализации этого процесса.

Другой возможностью формирования картографического изображения на экране компьютера является использование ГИС-приложений. К ним относятся группа специализированных программ, позволяющих получать картографическое изображение в электронном виде с одновременным созданием базы данных объектов картографирования (описанием их характеристик). Созданные таким образом картографические произведения различной тематики предназначены для организации управления территорией, принятия решений, научных исследований, поскольку обладают динамич-

ностью, оперативностью, многовариантностью и составляют основу любой гесинформационной системы. Они могут использоваться как в электронном виде, так и в традиционном бумажном варианте.

Семейство ГИС-приложений включает целый комплекс зарубежных и отечественных программ, решающих задачи различной сложности и различающихся по своим функциональным возможностям. Примерами таких программ могут быть ARC/INFO, AutoCAD, MapInfo, Intergraph, ArcView (США); Easy Trace, MapEdit, Panorama (Россия); Унитопсграф (Беларусь). Чрезмерная дороговизна западных программных продуктов затрудняет возможности их широкого использования, поэтому наиболее реальной является перспектива применения российских и отечественных программ.

Дальнейшее развитие компьютерных технологий в картографии должно привести к широкому слиянию ГИС-технологий с компьютерной картографией, т. е. к геоинформационному картографированию. Это – автоматизированное создание, а также использование карт на основе ГИС и баз картографических данных, обеспечивающее весь комплекс составления, издания и использования карт. При этом картографические произведения могут быть электронными (вьюерными, интерактивными, анимационными, Интернет-картами и атласами, виртуальными – трехмерными компьютерными моделями и др.) и традиционными (на бумажной основе) [2, 3].

В настоящее время еще не все ГИС-программы обеспечивают возможность прямого вывода созданного картографического изображения на издательские системы, поэтому такое изображение нуждается в специальной обработке в программах векторной графики, которые осуществляют аналогичный традиционному процесс подготовки к изданию.

Подробное исследование ГИС-технологий выходит за рамки данной статьи, задачей которой является рассмотрение вопросов построения картографического изображения с использованием персонального компьютера и программ векторной графики для полиграфического воспроизведения, поэтому ограничимся кратким описанием ГИС-приложений.

На этапе вывода картографическое изображение проходит стадию преобразования из цифровой формы в аналоговую.

Вывод картографического изображения осуществляется на фотонаборные автоматы с целью изготовления цветоделенных фотоформ для последующей печати. В качестве промежуточного вывода могут быть получены принтерные или плоттерные копии (черно-белые или цветные) для производства окончательной корректуры картографического изображения, построенного на экране монитора.

Кроме того, вывод картографического изображения из компьютера может быть осуществлен на машинные носители (магнитные и магнитооптические диски, магнитные ленты) и храниться в банке данных.

В настоящее время отсутствует единый подход к автоматизированному созданию картографических произведений с использованием компьютерных технологий. Это обусловлено применением технических устройств с широким набором параметров и различных графических программ, позволяющих производить автоматизированное построение картографического изображения, а также экономическими причинами, влияющими на степень технической оснащенности организаций.

До сих пор, однако, не существует единой технологии создания картографических произведений автоматизированным способом, а также отсутствуют нормативные документы, регламентирующие подобную деятельность. Названные причины затрудняют выполнение задач по компьютерному созданию карт и атласов для дальнейшего тиражирования с едиными требованиями к качеству и стилю их оформления, характерными для традиционной картографии.

География

1. Васмут А. С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ. М., 1982.
2. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. М., 1996.
3. Он же. Геоинформационное картографирование. М., 1997.

Поступила в редакцию 10.12.2002.

Лариса Владимировна Атоян – кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии и картографии.

УДК 551.482.214

А.Г. ГРИНЕВИЧ, Ю.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, Е.Г. КОЛЬМАКОВА

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В БАССЕЙНЕ р. ДНЕПР

The aim of the present research is to present results of water pollution investigation at the Dnieper river basin. The analysis of the present hydrochemistry situation in the basin is carried out. The work gives full attention to the structure of chemical runoff associated with the anthropogenic loading.

Бассейн р. Днепр, так же как и большинство бассейнов рек Беларуси, является трансграничным, т. е. проходит через территорию Республики Беларусь из России в Украину. Естественно, что и поступающие в речную воду загрязняющие вещества переносятся через границу: с территории России – по рекам Днепр, Сож и Ипуть, а по выходе с территории Беларуси у г. п. Лоев в Украину – по р. Днепр. Длина такого транзитного пути составляет по р. Днепр 752 км, по р. Сож – 485 км.

Регулярные наблюдения за поступлением загрязненных вод в реки ведутся только в отношении крупных водопользователей, например в бассейне р. Днепр (таблица) [1, 2].

Содержание загрязняющих веществ в составе сточных вод крупных водопользователей в бассейне р. Днепр [2]

Предприятие-водопользователь	Состав сточных вод, т		
	БПК ₅	нефте-продукты	азот аммонийный
ПО «Химволокно» (Могилев)	17,3	386	42,4
ПО «Минскводоканал»	84,8	2097	123,3
ПО «Химволокно» (Светлогорск)	69	5,9	26
Мозырский НПЗ	67	1,9	11
УВКХ (Гомель)	529	8,4	196
УВКХ (Борисов)	257	8,5	392
ПО «Бобруйсжилкоммунхоз»	278	6,6	243
Оршанский УВКХ	172	6,1	42

По некоторым наиболее характерным и лимитирующим загрязняющим веществам проведены расчеты и сделан соответствующий анализ трансграничного переноса по р. Днепр (поступление из России и вынос на территорию Украины) на основании данных стационарной сети наблюдений за гидрохимическим режимом речных вод [1, 2].

Динамика этого процесса по БПК₅ и азоту аммонийному представлена на рис. 1, 2, на основании которой можно выявить некоторые закономерности и тенденции в трансграничном переносе загрязняющих веществ за последние годы XX ст. Однако необходимо иметь в виду, что представленные данные носят несколько условный характер в связи с отсутствием методов независимого, автономного учета процессов самоочищения. Иначе говоря, для корректного сравнительного анализа было бы необходимо ввести некоторую поправку на самоочищение речных вод по мере перемещения по ним загрязняющих веществ. Несмотря на это обстоятельство, явно просматриваются некоторые тенденции в динамике трансграничного переноса исследуемых загрязняющих веществ. Кроме указанных, были проанализированы данные по нефтепродуктам и фосфору.

Так, по наличию нефтепродуктов в бассейне р. Днепр в целом ситуация не вызывает особых опасений. Чаще всего вынос по р. Днепр ниже по течению (в Украину) меньше, чем поступает нефтепродуктов со стороны России (такая ситуация отмечалась в 1987, 1988, 1990, 1994, 1995 гг.). Следует от-

метить довольно большую роль р. Сож. Так, в 1997 г. вынос нефтепродуктов в Украину был в основном за счет этой реки.

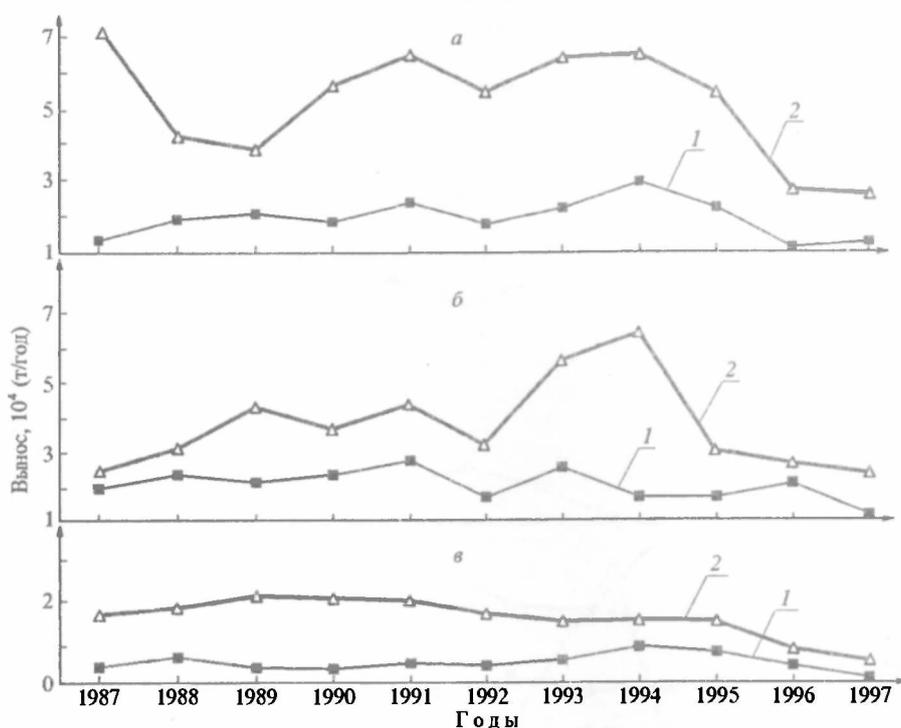


Рис. 1. Характеристика выноса БПК₅ в бассейне р. Днепр и его притоков, т/год: а – бассейн р. Днепр, б – бассейн р. Припять, в – бассейн р. Сож; 1 – приход, 2 – выход

По наличию фосфора ситуация аналогичная: приход со стороны России превышает вынос на территорию Украины. Исключение составил 1997 г. Причиной повышенного выноса явился значительный выброс фосфора в октябре в р. Уза (сбросы г. Гомеля) и затем перенос по р. Сож в Днепр. В целом по р. Сож случаев превышения выноса над приходом со стороны России столько же, сколько и превышения прихода с России над выносом в р. Днепр.

По азоту аммонийному величина прихода со стороны России имеет тенденцию к снижению в течение всего периода исследований и колеблется от 7100 т в год (1987) до 1500 (1996), составляя в среднем 3300 т в год. Выход с территории Беларуси значительно превышает приход и в среднем составляет 12 500 т в год. Наибольшая удельная величина зафиксирована в 1987 г. – 617 кг/км². В 1995 г. отмечено превышение входа над выходом. На величину суммарного выноса большое влияние оказывает перенос по р. Сож. Так, повышение выноса азота аммонийного по р. Днепр в 1987 и 1996 гг. скорее всего определилось за счет прихода по р. Сож. Подтверждением этого стало выявленное его повышение в сточных водах, сбрасываемых в р. Сож в 1996 и 1997 гг.

Кроме общего выноса загрязняющих веществ, достаточно показательной характеристикой является удельный вынос, т. е. вынос с единицы площади рассматриваемой территории. Его динамика по нескольким элементам представлена на рис. 3. Так, четко прослеживается положительная тенденция за исследуемый период по БПК₅ в бассейне р. Сож. В то же время в бассейне р. Припять отмечается неустойчивая ситуация.

Помимо оценки общего выноса загрязняющих веществ с территории бассейна р. Днепр и удельных характеристик, проведен анализ соотноше-

ния суммарного выноса (по разности приход – выход) и практически единственного контролируемого пути поступления загрязненных вод – их сброса за счет сточных вод. Сравнительный анализ произведен для всего бассейна р. Днепр и отдельно для бассейна р. Припять за период 1991–1997 гг.

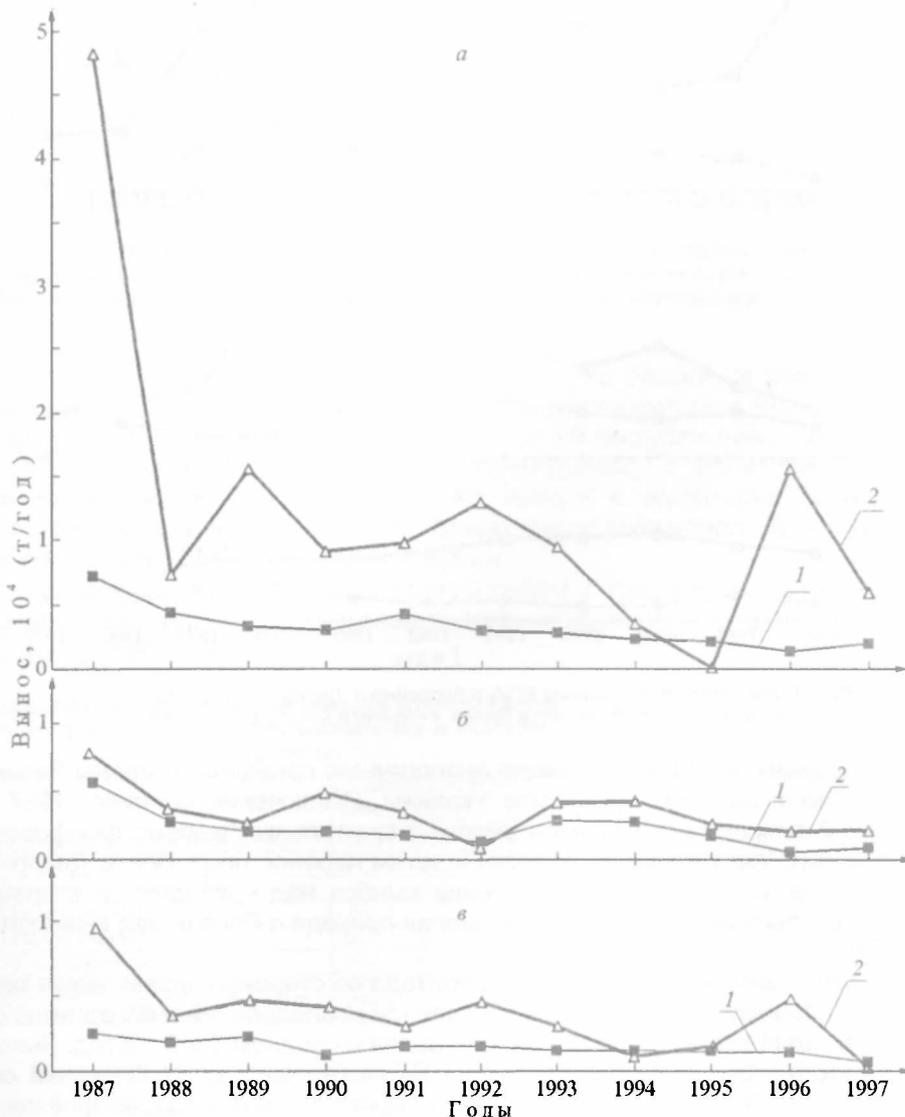


Рис. 2. Характеристика выноса азота аммонийного в бассейне р. Днепр и его притоков: а – бассейн р. Днепр, б – бассейн р. Припять, в – бассейн р. Сож; 1 – приход, 2 – выход

Показано, что доля сточных вод в общем выносе веществ в бассейн р. Днепр составляет для БПК₅ в среднем 28 % (колеблется от 15 до 40 %), по нефтепродуктам – 30 % (от 10 до 70 %); сточные воды – основной путь поступления азота аммонийного (до 100 %). Следует иметь в виду, что при оценке суммарного выноса не вводится поправка на процессы самоочищения.

Для бассейна р. Припять эти показатели составили: БПК₅ – в среднем 6 %, нефтепродукты – 2 %, азот аммонийный – 45 %. Такая картина вполне естественна, так как в этом бассейне значительно меньше сосредоточенных источников загрязнения и в то же время существуют условия для интенсивного поверхностного смыва и, следовательно, поступления загрязняющих веществ непосредственно в реку.

Суммарный вынос загрязняющих веществ в течение года через определенный расчетный створ по реке можно рассчитывать по двум схемам.

Первая – как произведение средней за год концентрации данного вещества на среднегодовой расход.

Вторая – как сумма выносов за каждый месяц в течение года. В этом случае, по существу, учитывается характер внутригодичного распределения водности и концентраций.

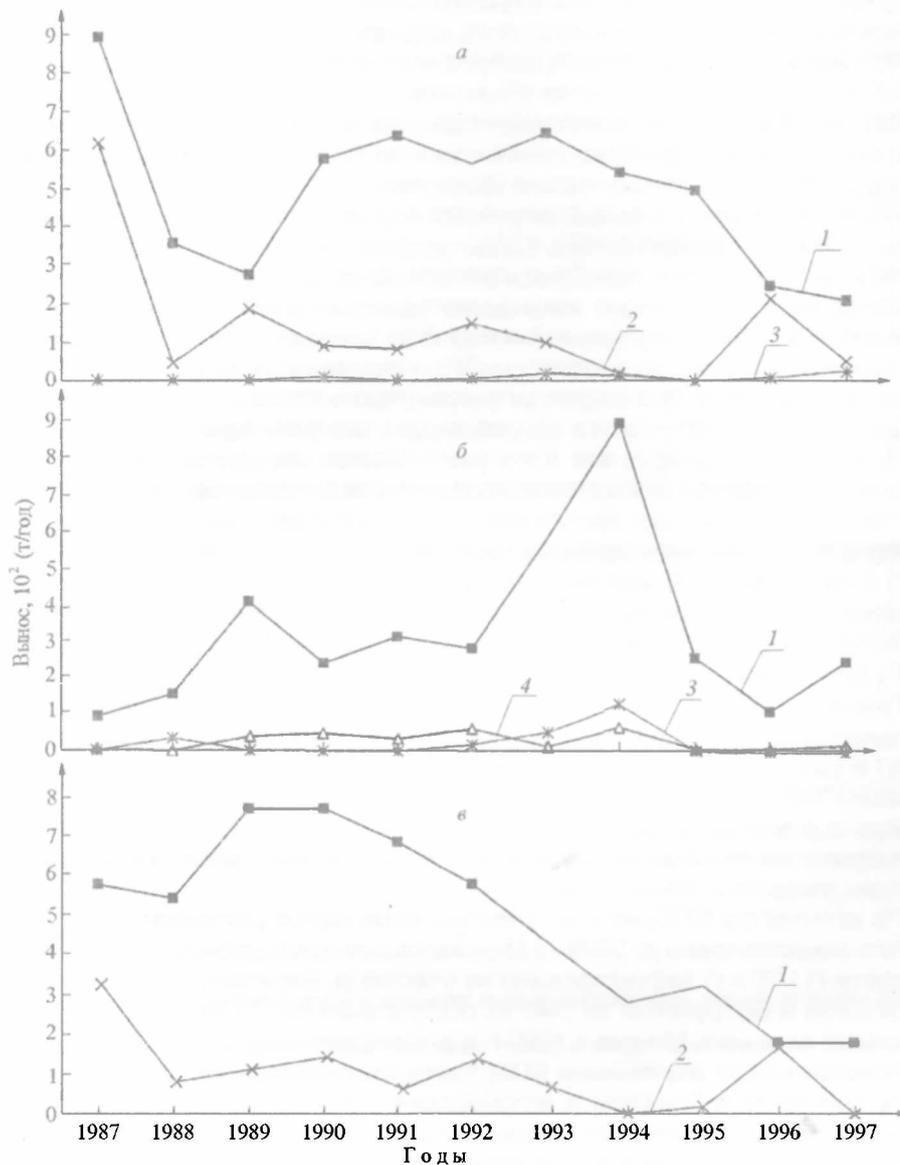


Рис. 3. Удельный вынос с площади бассейна р. Днепр и его притоков, кг/га:
 а -- бассейн собственно р. Днепр, б -- бассейн р. Припять, в -- бассейн р. Сож; 1 – БПК₅, 2 – азот аммонийный, 3 – фосфор общий, 4 – нефтепродукты

Был проведен анализ влияния учета внутригодичного распределения стока и концентраций веществ на расчет суммарного годового выноса загрязняющих веществ. Иначе говоря, расчеты проводились для каждого месяца (умножается средняя концентрация за *n*-й месяц на соответствующий среднемесячный расход воды), и годовой вынос оценивается как сумма за 12 месяцев.

Сравнительные расчеты за пять лет по четырем пунктам в районах крупных городов были сделаны с использованием упрощенного приема и с учетом внутригодового распределения стока и концентрации (БПК₅, нефтепродукты, азот аммонийный).

Полученные результаты показывают целесообразность учета внутригодового распределения процессов выноса загрязняющих веществ. Разница составила от 0,5 до 60 % (в основном – 10–20 %), причем отклонение может быть как положительным, так и отрицательным. Наибольшая разница отмечается при оценке суммарного выноса нефтепродуктов.

Что касается особенностей распределения стока, то наибольшее несоответствие практически по всем элементам приходится на один и тот же год (1994), что также доказывает существование заметного влияния особенностей внутригодового распределения стока на конечный результат по оценке суммарного выноса загрязняющих веществ.

Исходя из данных о качестве речных вод на напряженных участках бассейна р. Днепр, целесообразно более подробно рассмотреть некоторые характерные участки, отличающиеся значительной антропогенной нагрузкой и принимающие наибольшее количество загрязненных веществ как за счет сточных вод крупных предприятий, так и за счет интенсивного смыва с поверхности прилегающих территорий. Причем, если за количеством и качеством сточных вод производится регулярный контроль, то величина расщепленного поступления загрязняющих веществ практически никаким образом не контролируется. Хотя уже известно на основании косвенных признаков и некоторых специализированных исследований, что этот источник загрязнения речных вод по некоторым ингредиентам может достигать 60–80 % от общего поступления в реку [3].

С этой целью были рассмотрены два контрольных уровня 1990 и 1995 гг. Проведено сравнение суммарного количества вещества (БПК₅, нефтепродукты, фосфор, азот аммонийный и азот нитритный), поступившего на данный участок реки, и его наличие в створе ниже по течению.

Границы характерных участков совпадают со створами контроля за гидрохимическим режимом на основной реке (Днепр, Березина, Сож, Свислочь) в районе крупных источников загрязнения, т. е. таких городских агломераций, как Орша, Могилев, Борисов, Речица, Минск, Гомель.

Разница между приходом и расходом на данном участке характеризует суммарное влияние двух процессов – интенсивности поступления загрязняющих веществ и самоочищения.

По количеству БПК₅ на всех участках отмечается улучшение ситуации в 1995 г. по сравнению с 1990 г. Максимальное поступление загрязняющих веществ (11 203 т) зафиксировано на участке р. Березина между городами Борисовом и Бобруйском за счет их поступления по р. Свислочь (только со сточными водами г. Минска в 1990 г. в р. Свислочь попало 4940 т БПК₅).

Повышенными значениями БПК₅ также отличаются участки между городами Кричевом и Гомелем и агломерация – г. Гомель площадью 970 км² (включая р. Уза – приемник сточных вод города). Здесь также отмечается тенденция к уменьшению поступления БПК₅ в 1995 г. по сравнению с 1990 г. при незначительном снижении в этом процессе доли сточных вод. Так, в целом на городском участке «добавка» БПК₅ составила в 1990 г. 10 043 т, в 1995 г. – 2961 т при сбросе сточных вод 1540 т и 1000 т соответственно.

Следует отметить, что по нефтепродуктам балансовые соотношения достаточно благоприятные. Отмечено только несколько случаев превышения содержания нефтепродуктов в нижнем створе по сравнению с поступлением по верхнему створу. Так, поступление около 1000 т отмечено в 1990 г. на участках г. Орши и между городами Борисовом и Бобруйском и в 1995 г. на участке между городами Оршей и Могилевом. Повышенное по-

ступление нефтепродуктов со сточными водами (360 т) наблюдалось и в г. Минске в 1990 г. Для этого ингредиента балансовые соотношения могут носить достаточно приближенный характер в связи со значительной ролью процессов осаждения и задержания.

По содержанию в стоках фосфора можно отметить несколько случаев его значительного поступления – в г. Орше в 1995 г. (3121 т) и в 1990 г. в г. Могилеве (1040 т), в г. Борисове (1320 т), в г. Минске (2870 т). В большинстве наблюдений зафиксировано отсутствие фосфора в сточных водах.

Что касается азота аммонийного, то в 1995 г. ситуация несколько улучшилась, однако местами величина его поступления достаточно высокая: в 1995 г. между городами Могилевом и Речицей она составила 1520 т; в г. Речице – 1490 т (в 1990 г. – 2260 т); в г. Минске – 630 т (в 1990 г. – 1380 т); между городами Кричевом и Гомелем – 1175 т (в 1990 г. – 2855 т).

Роль процессов самоочищения также можно оценить по количеству поступившего азота аммонийного со сточными водами: в г. Минске – 4440 т в 1990 г. и 1940 т в 1995 г. (по балансу – 630 и 1380 т соответственно).

По азоту нитритному можно отметить в общем заметное улучшение в 1995 г. В 1990 г. отмечалось его повышенное значение на участке между городами Кричевом и Гомелем (290 т), в г. Речице (210 т) и на участке между городами Оршей и Могилевом (150 т). Ухудшение экологической ситуации с поступлением азота нитритного отмечается в районе городов Орша, Минск и Гомель. Причем в сточных водах эта форма азота вообще отсутствует, что дает основание предположить, что его поступление осуществляется только за счет рассредоточенных источников загрязнения.

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ с использованием данных стационарной сети наблюдений за гидрохимическим режимом в бассейне р. Днепр и данных о составе сточных вод, сбрасываемых в реки, позволил оценить ситуацию с качеством воды в бассейне Днепра (дифференцированно по отдельным характерным участкам), а также провести сравнительный анализ по влиянию основных источников загрязнения на качество воды в реках.

1. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод. 1988–1998 гг. Мн., 2000.

2. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод. 1988–1998 гг. Мн., 2000.

3. Бокун Я. И., Трус Г. В., Щербаков Г. А. // Современные проблемы изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья: Тез. междунар. науч.-практ. конф. Мн., 1998. С. 134.

Поступила в редакцию 12.12.2002.

Анна Григорьевна Гриневич – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник ЦНИИКИВР.

Юрий Николаевич Емельянов – кандидат географических наук, доцент кафедры общего землеведения.

Елена Ганнадьевна Кольмакова – аспирант кафедры общего землеведения. Научный руководитель – Ю.Н. Емельянов.

УДК 574:57.011

Т.А. МЫШЛЁН

ПОЧВЕННЫЕ УСЛОВИЯ МИГРАЦИИ ^{90}Sr И ^{137}Cs В ТРАНССУПЕРАКВАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТАХ (НА ПРИМЕРЕ ПОЙМЫ р. СОЖ)

The basic purpose of investigations education of geochemical barriers, heatsink chemical devices, including radionuclides, and exception of sectional sites of agricultural use. For revealing barriers and definition of their ability to accumulate radioisotopes first of all it is necessary to study soil requirements the flood-lands landscape, agrochemical of the performance of each facies device flood-lands.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС явилась причиной загрязнения территории Белорусского Полесья техногенными радионуклидами. Большую опасность для живых организмов в настоящее время представляют ^{90}Sr и ^{137}Cs с большим периодом полураспада – 28,5 и 30 лет соответственно [1].

В настоящее время радиэкологическая обстановка характеризуется уменьшением плотности загрязнения вышележащих площадей водосборов и смывом радионуклидов в пониженные местности, поймы водоемов и в глубину грунта. За счет этого возрастает плотность поверхностного загрязнения в пониженных местах и в поймах рек [2]. В то же время пойма – один из важнейших ландшафтов, используемых как сенокосно-пастбищные угодья.

В целом обстановка по радионуклидному загрязнению ландшафтов речных долин характеризуется снижением загрязнения почвы и растений вследствие радиоактивного распада, неравномерным перераспределением радионуклидов по ландшафтно-геохимическому профилю, их накоплением на геохимических барьерах и выносом речным стоком [3, 4]. С геохимических позиций почвенный покров поймы изучен значительно меньше, чем водосборных территорий. Это можно объяснить сложностью процессов пойменного почвообразования и их высоким динамизмом, при котором происходит периодическое затопление почв паводковыми водами. Почвообразование прерывается ежегодным формированием на поверхности новых слоев речных отложений, что принципиально отличает пойменные почвы и требует особых подходов к их изучению и хозяйственному использованию [5].

Объектом исследования является типичный для Белорусского Полесья трансупераквальный ландшафт (пойма р. Сож у д. Новоселки и д. Радуга Ветковского района Гомельской области), загрязненный радионуклидами. Были заложены два ландшафтно-геохимических профиля, структурно-функциональные части которых охарактеризованы 24 точками комплексного описания со съемкой географических координат и высот над уровнем моря при помощи спутникового персонального навигатора Garmin GPS12 XL. Исследования проводились в 2000–2002 гг. с отбором проб растительного и почвенного покрова (июль и август).

Методики исследования гранулометрического и агрохимического состава почв по геоморфологическому профилю поймы следующие: в почвенных образцах верхних горизонтов были определены следующие агрохимические показатели: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО; обменная кислотность почвы $\text{pH}(\text{KCl})$ – потенциметрическим методом на иономерах И-130, pH – 689, Ca , Mg – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30; K_2O , P_2O_5 , Hg , S – по общепринятым методикам; гранулометрический состав почв – по Качинскому. В почвенных образцах и травостое радиохимическое выделение ^{90}Sr проведено по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на альфа – бета счетчике “Canberra-2400”; содержание ^{137}Cs – на гамма-спектрометрических комплексах фирм Canberra и Oxford. Аппаратурная ошибка измерений не превышает 15 %. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа с использованием стандартного программного обеспечения (Excel 7.0).

На исследуемом участке поймы р. Сож отмечается дифференциация почв и растительного покрова, связанная с выделением в ее пределах отдельных фациальных элементов: прирусловая пойма (отмель Т. 1, 10, 14; вал Т. 2, 3, 11, 15, 16), старица Т.17, центральная пойма (повышенная – Т. 6, 18, 21 и пониженная – Т. 4, 5, 19, 20 части), притеррасная пойма Т. 7, 22, 23 и первая надпойменная терраса (занятая естественной растительностью Т. 8, 24 и пашней с производственными посевами Т. 9). Относительная высота над уровнем моря колеблется от 122 м на прирусловой отмели до 137 м на первой надпойменной террасе. Центральная пойма характеризуется отметками 123–127 м. Уровень поверхности воды – 122 м, дна – 120 м.

Для прирусловой части поймы, являющейся зоной активного проявления речных процессов, характерны аллювиально-дерновые слабо развитые песчаные почвы на рыхлых слоистых песках, обычно слабо закрепленных растительностью. Прирусловая отмель, как правило, занята ивовым кустарником средней густоты. Прирусловый вал имеет повышенный рельеф, характеризуется главным образом разнотравно-злаковыми ассоциациями.

Центральная пойма имеет сложный комплексный почвенный покров, что связано с особенностями рельефа и характером увлажнения: на верхних частях склонов грив, подверженных непродолжительному затоплению, уровень грунтовых вод глубок. Развиты временно избыточно увлажняемые аллювиально-дерновые песчаные почвы с гумусовым горизонтом небольшой мощности. Они заняты долгопойменными заливными лугами с разнотравно-злаково-бобовыми ассоциациями. В межгривистых понижениях и старицах с высоким уровнем грунтовых вод, которые затапливаются на время до 3 месяцев, развиты аллювиально-болотные почвы, различающиеся по мощности торфа и ботаническому составу. Растительность в основном представлена разнотравно-осоковыми ассоциациями. В притеррасной зоне вследствие поступления делювиальных сносов и грунтовых вод болотообразовательный процесс происходит интенсивнее. Формируются притеррасные болота или ольховые топи с ольхово-разнотравным торфом высокой степени разложения и зольности. При глубоком залегании грунтовых вод развиваются аллювиально-дерновые почвы. Притеррасная пойма характеризуется в основном разнотравно-хвощево-осоковыми ассоциациями и ивняково-ольховым кустарником. На останцах первой надпойменной террасы и дюнах распространены дерново-подзолистые песчаные почвы. Каждому типу пойменных земель соответствует определенное строение профиля и характерные морфологические признаки, что в свою очередь обуславливает специфику их химических свойств и направленность геохимических процессов [6].

Основная цель исследования – выделение геохимических барьеров, аккумулирующих химические элементы, в том числе и радионуклиды, с тем, чтобы исключить такие участки или дать рекомендации по их наиболее оптимальному использованию в зависимости от радиоактивного загрязнения.

Для выявления барьеров и определения их способности аккумулировать радионуклиды в первую очередь необходимо изучить почвенные условия трансупераквального ландшафта на основании агрохимической характеристики каждого фациального элемента поймы. Наиболее важными из них являются содержание физической глины, органического вещества (гумуса), обменная (рН) и гидролитическая кислотность (Нr), сумма поглощенных оснований (S), емкость поглощения катионов (Т), степень насыщенности оснований (V), подвижные формы Ca^{2+} , P_2O_5 , K_2O , Mg^{2+} .

Физическая глина выполняет роль механического и сорбционного геохимического барьера. Она задерживает миграцию химических элементов и радионуклидов механическим и сорбционным путем. В пойме р. Сож механические и сорбционные барьеры встречаются при переходе от прирусловой отмели к валу и на переходах от повышенных к пониженным частям центральной поймы. В верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте минимальные величины физической глины (0,1–4 %) приурочены к прирусловой (вал > отмель) и притеррасной поймам. Максимальное количество физической глины (до 16 %) характерно для старицы и переходов от повышенных к пониженным частям центральной поймы. Некоторые авторы [6, 7] указывают на накопление наилок в данных фациальных элементах.

Содержание гумуса увеличивается от аллювиально-дерновых песчаных к аллювиально-болотным почвам. На большей части поймы количество гумуса в верхнем горизонте колеблется от 2 до 4 %. В пределах грив прирусловой отмели и вала гумуса в почвах меньше единицы. В гумусовых гори-

зонтах почв формируется биогеохимический барьер. Наиболее выраженным для радионуклидов он будет на торфяных и дерново-глеевых супесчаных почвах.

Среди почвенных условий, влияющих на миграцию радионуклидов, важным параметром является концентрация ионов водорода (рН в KCl, Нг). Обменная кислотность (рН в KCl) регулирует миграцию химических элементов, в том числе и радионуклидов, в породе. Почвы поймы характеризуются широким диапазоном изменения обменной кислотности – рН в KCl 5,10–6,20 – и неравномерным ее распределением. Гидролитическая кислотность невысокая и колеблется от 0,23 до 7,1 Ммоль/100 г почвы. Закономерности изменения ее величины почти аналогичны распределению обменной кислотности. Наибольшая гидролитическая кислотность отмечена в аллювиально-болотных почвах понижений центральной и притеррасной пойм.

Закрепление ионов водорода путем сорбции коллоидами снижает показатели S и V. В сумму поглощенных оснований в обменной форме входят наиболее распространенные в почвах щелочные (K, Na – аналоги Cs) и щелочно-земельные (Ca, Mg – аналоги Sr) химические элементы. Величина V в обобщенном виде характеризует поглощательную способность почвы и по отношению к ^{90}Sr и ^{137}Cs . Она изменяется от 0,6 Ммоль/100 г в почвах, бедных органическим веществом и физической глиной, в пределах прирусловой поймы и первой надпойменной террасы до 48,1 Ммоль/100 г в торфяно-болотных почвах пониженных частей центральной и притеррасной пойм. Наиболее типичные для территории исследований аллювиально-дерново-глеевые супесчаные почвы преимущественно характеризуются низкими и средними показателями суммы поглощенных оснований (5–25 Ммоль/100 г почвы).

Величина емкости поглощения катионов служит для оценки степени выраженности сорбционного барьера элементов и определяется содержанием гуминовых кислот вместе с илистой фракцией в составе физической глины. Ее значение увеличивается от песчаных к торфяным разновидностям почв. Поэтому луговые травы накапливают наибольшее количество радионуклидов в притеррасной и центральной поймах. Степень насыщенности почв основаниями указывает на благоприятные условия для сдерживания поступления радионуклидов в растения поймы.

Содержание обменного кальция (антагониста ^{90}Sr) в почвах поймы р. Сож варьирует от 215 до 3222 мг/кг. По фаціальным элементам трансупераквального ландшафта прослеживается определенный ряд по убыванию кальция: первая надпойменная терраса (пашня > естественные угодья) > притеррасная пойма > центральная пойма (пониженная > повышенная) > вал > старица > отмель.

Соединения фосфора мигрируют лишь в условиях сильнокислой и кислой почв. Кислые почвы в пойме составляют одну треть, поэтому преобладающая площадь поймы содержит фосфаты преимущественно в осажденной форме, в составе которых могут быть сорбированы радионуклиды. По обеспеченности подвижным фосфором все аллювиальные почвы относятся к группе очень слабо обеспеченных (45–246 мг/кг). Подвижный фосфор по профилю трансупераквального ландшафта образует следующий ряд по убыванию: первая надпойменная терраса (пахотные угодья) > прирусловый вал > притеррасная пойма > старица > понижение центральной поймы > прирусловая отмель > первая надпойменная терраса (естественные угодья) > повышение центральной поймы (таблица).

Содержание обменного калия (антагониста ^{137}Cs) по разным фаціальным элементам пойменного ландшафта варьирует от 16 до 268 мг/кг. Максимальные значения приурочены к первой надпойменной террасе (пашня > естественные угодья), к понижениям центральной и притеррасной пойм,

География

минимальные значения зафиксированы на прирусловой пойме (вал > отмель) и повышениях центральной поймы.

Агрохимические свойства почв в пойме р. Сож

Фациальный элемент	Номер точки	Физическая глина, %	Гумус, %	pH в KCl	Нг S T			V, %	Ca ²⁺ обменный, Мг/кг почвы	P ₂ O ₅ подвижный, Мг/кг почвы	K ₂ O Mg ²⁺	
					Ммоль/100 г почвы						обменные, Мг/кг почвы	
Прирусловая отмель	T. 1	0,1	0,58	5,12	0,45	3,7	4,15	89,16	366	45	33,1	46,5
	T. 10	0,1	0,25	5,61	0,45	3,7	4,15	88,67	379	74	29,1	28,5
	T. 14	0,1	1,09	5,86	0,23	0,6	0,83	72,29	202	45	16,4	24,3
Прирусловый вал	T. 2	7,9	1,90	5,42	1,96	9,9	11,86	83,47	506	86	90,2	191,5
	T. 11	3,2	1,33	5,92	1,03	6,6	7,63	86,50	682	62	49,9	141,0
	T. 12	3,2	0,55	5,40	0,91	4,2	5,11	63,16	166	87	41,4	146,5
	T. 15	3,2	1,61	5,51	0,3	3,6	3,90	94,70	665	60	43,5	103,4
Старица	T. 16	3,2	1,69	5,10	3,63	4,8	6,43	99,17	586	70	41,6	193,6
	T. 17	15,3	2,05	5,84	5,14	26,8	31,94	74,65	656	156	127,4	79,0
Понижение центральной поймы	T. 4	15,3	5,89	5,97	3,44	21,4	24,84	83,91	2 177	174	185,8	312,5
	T. 5	16,0	4,15	5,16	3,63	14,8	18,43	86,15	2 370	28	171,1	307,5
	T. 19	16,0	2,65	5,42	7,11	31,8	38,91	80,30	2 135	217	87,0	307,0
	T. 20	–	–	5,81	2,09	4,9	6,99	81,73	3 500	220	195,3	450,0
Повышение центральной поймы	T. 6	11,3	4,07	6,68	0,64	35,6	36,24	98,23	1 566	68	160,6	362,0
	T. 18	11,3	2,80	6,66	2,74	12,4	15,14	81,90	1 641	141	133,5	313,0
	T. 21	11,3	3,97	6,15	3,79	10,4	14,19	73,29	1 848	115	149,1	176,0
Притеррасная пойма	T. 7	7,4	4,27	5,28	0,35	48,1	48,45	99,28	2 122	203	59,0	179,5
	T. 22	–	–	5,49	4,23	45,2	49,43	91,44	5 496	240	90,5	213,0
	T. 23	–	1,03	5,29	3,56	19,6	23,16	84,63	2 050	246	41,7	228,0
Первая надпойменная терраса	T. 8	11,2	3,21	6,90	2,96	10,0	12,96	77,16	994	108	102,1	257,5
	T. 23	11,2	2,23	6,31	2,41	2,2	4,61	47,72	876	113	146,0	290,0
	T. 9	12,5	2,04	6,48	0,78	11,2	11,98	93,49	865	298	268,0	250,0

Содержание обменного магния в почвах трансупераквального ландшафта варьирует от 24,3 до 790 мг/кг. Максимальная величина отмечена на естественных угодьях первой надпойменной террасы и минимальная – на прирусловой пойме (вал > отмель).

Из анализа почвенных условий видно, что поймы относятся к весьма динамичным геохимическим моделям ландшафта, где микро- и мезорельеф создают разнообразные ситуации скорости потока и завихрений талых и ливневых вод, которые определяют количество и качество аллювиальных отложений. После спада вод миграцию и аккумуляцию радионуклидов определяют почвенные условия. В результате в распределении радионуклидов в почвах и растительности выявлены следующие закономерности их накопления.

По результатам исследования за 2000–2002 г. распределения ⁹⁰Sr в почвенном покрове трансупераквального ландшафта можно построить следующий ряд: притеррасная пойма > первая надпойменная терраса > центральная пойма (повышение > понижение) > прирусловая пойма (вал > отмель) > старица на границе между прирусловой и центральной поймами (рис. 1 а).

Распределение ¹³⁷Cs в почвах поймы несколько иное: старица > прирусловый вал > притеррасная пойма > центральная пойма > первая надпойменная терраса (естественные угодья > пашня) > прирусловая отмель (рис. 1 б).

Накопление радионуклидов травостоем зависит как от почвенных условий, так и от вида растительной ассоциации. Установлена последовательность поступления ⁹⁰Sr в растения по степени уменьшения: розовоцветные > молочайные > бобовые > злаковые > осоковые. По уменьшению содержания ¹³⁷Cs в растительных ассоциациях пойменного ландшафта выстраивается следующий ряд: осоковые > злаковые > розовоцветные > молочайные > бобовые. Особенно выделяются осоковые ассоциации, накапливающие

высокие концентрации ^{137}Cs . Поэтому в местах их произрастания – на старице и притеррасной пойме – можно предусмотреть биогеохимические барьеры [8].

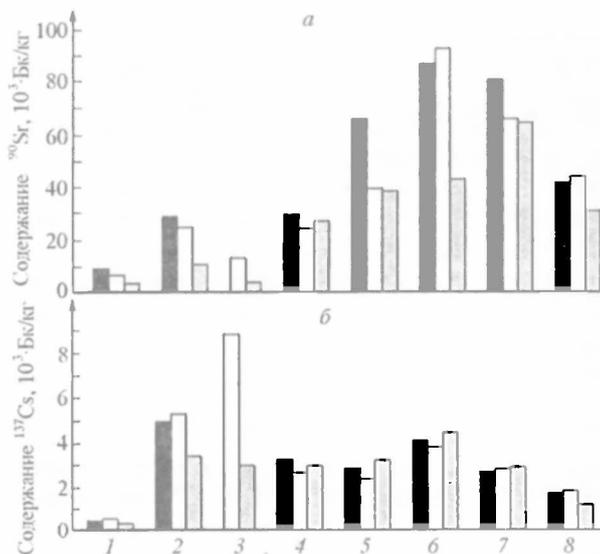


Рис. 1. Распределение ^{90}Sr (а) и ^{137}Cs (б) в почвенном покрове р. Сож:

■ – 2000 г., □ – 2001 г., □ – 2002 г.; 1 – отмель, 2 – вал, 3 – старица, 4 – пониженный центр поймы, 5 – повышенный центр поймы, 6 – притеррасная пойма, 7 – 1-я терраса (естественная), 8 – 1-я терраса (пашня)

Таким образом, в пойме р. Сож выделяются повышенные концентрации ^{90}Sr , главным образом на механическом геохимическом барьере при переходе от прирусловой отмели к валу; на сорбционных и механических барьерах – при переходах от повышенных к пониженным частям центральной поймы и сорбционном барьере притеррасной поймы; на биогеохимическом – в центральной и притеррасной части. Основными сорбентами радионуклидов являются органическое вещество почв и коллоидная часть физической глины. Повышенные концентрации ^{137}Cs выделяются на

механическом барьере при переходе от прирусловой отмели к валу, на биогеохимических и сорбционных барьерах на старице и биогеохимическом барьере притеррасной поймы. Такие участки рекомендуется исключить из сельскохозяйственного использования, что позволит снизить на 38–40 % поступление ^{90}Sr и ^{137}Cs в корма.

1. Алексеенко В.А. *Ландшафтно-геохимические исследования и окружающая среда*. Ростов, 1989. С. 12, 52.
2. Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Петрович А.А. // *Природные ресурсы*. 1997. № 4. С. 41.
3. Давыдчук В.С., Зарудная Р.Ф. *Ландшафты Чернобыльской зоны*. Киев, 1994. С. 6, 83.
4. Мырлян Н.Ф. *Геохимия агроландшафтов Молдавии*. Кишинев, 1989. С. 54.
5. Кузнецов В.А. *Геохимия ландшафтов Припятского Полесья*. Мн., 1997. С. 93.
6. Кузнецов В.А. *Радиогеохимия речных долин*. Мн., 1997. С. 300.
7. Маринич А.М. *Ландшафты чернобыльской зоны и их оценка по условиям миграции радионуклидов*. Киев, 1994. С. 83.
8. Тимофеев С.Ф., Чертко Н.К., Мышлэн Т.А. // *Белорусское сельское хозяйство*. 2002. № 5. С. 40.

Поступила в редакцию 18.03.2003.

Татьяна Анатольевна Мышлэн – научный сотрудник РНИУП «Институт радиологии».

УДК 502.55+351.777.6

В.М. КОРЗУН

К ВОПРОСУ ОБ ИНДИКАТОРАХ УСТОЙЧИВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ г. МИНСКА

The combined approach is developed and as indicators of steady development such parameters are entered, as size of harmful emissions on (i) 1 inhabitant, (ii) a unit of area of territory, (iii) a unit of value of produced production. The analysis of change of the indicated indicators shows that per the last years in Minsk the steady improvement of an ecological situation is observed. During 1995–2000

the sizes of emissions have decreased on the inhabitant with 177,1 up to 94,7 kg /inhabitant, on a unit of area of territory – with 1180 up to 639 ton/km², on a unit of value of produced production – with 118 up to 64 g / USD.

Происходящее в настоящее время изменение положения Республики Беларусь в международной системе хозяйственных связей характеризуется реформированием народного хозяйства страны и соответственно преобразованием в социально-экономической сфере регионов, в первую очередь столицы – г. Минска. Эти процессы невозможны без постоянного взаимодействия экономики и социальной сферы с окружающей природной средой. Иными словами, если экономика и социальная сфера оказывают на природную среду разрушающее (депрессивное) воздействие, то при определенных условиях становится невозможным само их развитие, а подобные регионы характеризуются как проблемные.

В Республике Беларусь проблемные регионы являются объектами особого внимания [1]. По ряду социально-экономических и экологических показателей к таким регионам отнесен и г. Минск с его окрестностями. Несмотря на усиление практически во всех отраслях хозяйственной деятельности роли природоохранных мероприятий и принятие ряда нормативно-правовых документов, регламентирующих и стимулирующих эту деятельность, например введение экологического налога, а также некоторое снижение валового выброса и выброса основных загрязняющих веществ как в целом по городу, так и по отдельным предприятиям (табл. 1), состояние окружающей среды в г. Минске и его окрестностях продолжает вызывать опасение.

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Минска от стационарных и передвижных источников, тыс. т

Год	Стационарные источники	Передвижные источники	Валовой объем
1990	100,6	247,8	348,4
1995	57,7	237,3	295,0
1996	54,2	159,3	213,5
1997	41,0	163,3	204,3
1998	40,5	113,6	154,1
1999	35,5	126,4	161,9
2000	30,8	129,1	159,9

Составлено по: [2], [7], [8], [9].

Радикальное оздоровление экологической обстановки в крупном промышленном центре может быть достигнуто только в результате успешного осуществления трансформации хозяйственного комплекса и зависит от решения других основных социально-экономических задач. Тем не менее решающая роль здесь принадлежит целенаправленной природоохранной деятельности, что требует адекватной оценки динамики каче-

ства окружающей среды, а значит, системы количественных показателей – индикаторов его характеристики. Учитывая, что основной целью рационального природопользования и охраны окружающей среды является снижение антропогенной нагрузки до минимального уровня, в “Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2001–2005 годы” предусмотрено ужесточение нормативов удельных выбросов (сбросов) загрязняющих веществ из расчета 0,2–0,3 % их увеличения при росте ВВП (или произведенной продукции) на 1 %. Фактически этот параметр можно считать одним из индикаторов (численных характеристик) устойчивого экологического развития.

ООН предлагает более 200 индикаторов устойчивого развития, однако ей не определены приоритеты и не учтены источники статистической информации, на которые можно опираться. В целом индикаторы устойчивого развития можно объединить в три группы: экологические, экономические и социальные, к которым добавляются индикаторы человеческого развития, включающие демографические показатели. В свою очередь критерии развития рассматриваются на нескольких уровнях – глобальном, межрегиональном, национальном, региональном и локальном, которые имеют свою

специфику и определенное сочетание интегральных показателей для каждого уровня. Устойчивое развитие конкретного региона возможно при соблюдении ряда предпосылок и условий, значительная часть которых является предметом географических разработок. В данном исследовании на примере г. Минска развивается системный подход, в качестве индикаторов устойчивого развития вводятся такие параметры, как объем выбросов на 1 жителя, объем выбросов на единицу площади и удельный объем выбросов на единицу произведенной продукции, и проводится анализ изменения этих характеристик в течение 1990–2000 гг., при этом рассмотрение проблемы ограничивается выбросами в атмосферу. Названные индикаторы позволяют охарактеризовать влияние вредных выбросов соответственно на население, территорию его проживания и результаты экономической деятельности.

В 2000 г. в г. Минске суммарный выброс вредных веществ от стационарных источников и автотранспорта составил 159,9 тыс. т, при этом на долю автотранспорта пришлось 80,7 % объема выбросов. Экологическая обстановка в крупных городах, в том числе и в г. Минске, в значительной степени зависит от автотранспорта, на долю которого приходится в среднем 60–80 % всех выбросов в атмосферу. Зона влияния автомагистралей с интенсивностью движения 10 тыс. машин в сутки и более простирается до 400 м, а в сухую и ясную погоду загазованность и запыленность могут проявляться на расстоянии до 1–2 км от трассы в подветренную сторону. Примером такой магистрали является Минская кольцевая автодорога. Источниками загрязнения атмосферы в городе являются также более 300 промышленных предприятий. Наряду с традиционными ингредиентами (оксидами углерода, азота и серы, фенола), образующимися в процессе сгорания топлива, в воздух попадают и другие химические продукты – ацетон, стирол, аммиак, метанол, толуол, аэрозоли свинца, сурьмы, олова, хрома, никеля и прочих тяжелых металлов, туманы кислот, щелочей и т. д. (табл. 2). В объеме выбросов промышленностью города на долю предприятий Госкомпрома приходится 47,6 %, объектов Минэнерго – 36,8 %, предприятий строительных материалов – 8 %, остальных – 7,6 % [2].

Таблица 2

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Минска от стационарных источников по отдельным ингредиентам, тыс. т

Годы	Всего загрязняющих веществ	В том числе		Газообразные и жидкие					
		твердые	газообразные и жидкие	SO ₂	CO	NO _x	углеводороды	ЛОС	прочие
1996	54,2	3,4	50,8	17,9	16,5	9,5	0,3	5,3	1,3
1997	41,0	2,9	38,1	8,3	15,1	8,7	0,3	4,4	1,4
1998	40,5	2,8	37,7	10,3	14,6	7,6	0,2	3,9	1,2
1999	35,5	2,6	32,9	7,8	13,4	6,5	0,2	3,9	1,2
2000	30,8	2,6	28,2	3,2	6,6	13,2	0,2	4,0	1,0
2001	35,9	3,0	32,9	4,3	14,6	7,4	0,4	5,2	1,1

Составлено по: [2], [7], [8], [9].

Для характеристики экологической ситуации территорий зачастую используется система качественных характеристик, включающая 5 комплексных оценок окружающей среды – крайне неблагоприятная, неблагоприятная, ограниченно благоприятная, относительно благоприятная, благоприятная [3]. Согласно этим оценкам, экологическая ситуация на 30 % территории г. Минска по уровню интегрального загрязнения характеризуется как “крайне неблагоприятная”, в частности в Заводском и Партизанском административно-территориальных районах, микрорайоне Шабаны, отдельных зонах Октябрьского административно-территориального района и центра города. Более 35 % территории г. Минска характеризуется как “неблагоприятная” (центральная, южная и юго-восточная части города). В окрестно-

География

стях г. Минска “крайне неблагоприятная” зона распространяется в восточном и западном направлениях от микрорайона Шабаны. В южном и юго-восточном направлениях от столицы расположены зоны категории “неблагоприятная”. Анализ линий газоконцентраций вредных веществ в воздухе Минского района свидетельствует о большой степени антропогенного воздействия на его окрестности. Наиболее интенсивное воздействие на загрязнение воздушного бассейна вокруг г. Минска оказывают предприятия теплоэнергетики (ТЭЦ-4, ТЭЦ-3, котельные). Их воздействие ощущается на расстоянии более 12 км от кольцевой дороги в восточном и 16 км в западном направлениях. В данном случае основными загрязнителями являются $(SO_2+NO_2) - 0,5$ ПДК и $(V_2O_5+SO_2) - 0,5-0,8$ ПДК [2].

Концепции экологически устойчивого развития (ЭУР) уделялось большое внимание на международных форумах, в разработках ЮНЕП и Всемирного банка [4], Национальной комиссии по устойчивому развитию Республики Беларусь [5]. В связи с этим ключевое значение приобрела разработка индикаторов динамики окружающей среды с учетом ее обусловленности спецификой социально-экономического развития в отношении обоснования и применения подобных индикаторов для оценки перспективы ЭУР. Особое значение приобретают пять главных аспектов проблемы: 1) численность народонаселения и здоровье людей; 2) производство, потребление и технологии; 3) динамика окружающей среды; 4) возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы; 5) единство и взаимосвязь экосистем. Задача состоит в обосновании репрезентативных индикаторов состояния и динамики перечисленных подсистем с учетом взаимодействия между ними. Наиболее последовательным и надежным было бы решение такого рода задачи на основе анализа соответствующих результатов численного моделирования, но подобный подход пока практически не осуществим.

Таблица 3

Валовой выброс загрязняющих веществ и индикаторы загрязнения атмосферного воздуха г. Минска

Показатели	Год						
	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Валовой выброс, тыс. т	348,4	295,0	213,5	204,3	154,1	161,9	159,9
Численность населения, тыс. чел.	1606,0	1665,6	1669,5	1674,2	1675,5	1680,6	1688,1
Объем выбросов на 1 жителя, кг/чел.	216,8	177,1	127,9	122,0	92,0	96,3	94,7
Объем выбросов на площадь, т/км ²	1394,0	1180	854	817	616	648	639
Объем произведенной продукции (в действующих ценах), млрд р.	9,2	28 814,2	40 620,8	87 611,5	173 799,2	784 221,1	1981,4
Официальный среднегодовой курс 1 доллара США, р.	0,58	11 525	13 608	24 995	43 596	276 661	800
Объем произведенной продукции, млрд долл. США	15,86	2,50	2,99	3,51	3,99	2,83	2,48
Объем выбросов на произведенную продукцию, г/долл. США	220,0	118	71	58	39	57	64

Рассчитано по: [2], [6], [7], [8], [9].

Применительно к г. Минску имеет смысл говорить о первых трех аспектах оценки состояния окружающей среды. С этой точки зрения для комплексной оценки (применительно к атмосферному воздуху г. Минска) проведем анализ с использованием таких индикаторов экологического состояния, как объем выбросов на 1 жителя, объем выбросов на единицу площади и удельный объем выбросов на единицу произведенной продукции (табл. 3) [2, 6–9]. Анализ показывает, что в 1995–2000 гг. в г. Минске наблюдается устойчивое улучшение экологической ситуации. Удельные объемы выбро-

сов уменьшились на жителя со 177,1 до 94,7 кг/чел., на единицу площади – с 1180 до 639 т/км², на единицу произведенной продукции – со 118 до 64 г/долл. США.

Переход к устойчивому развитию г. Минска и его окрестностей требует взаимоувязанного решения социальных, экологических и экономических проблем, формирующих важнейшие целевые ориентиры и макроэкономические параметры. Экологические условия, факторы и объекты необходимо рассматривать как равноправные экономические категории наряду с другими показателями благосостояния, при этом большое значение имеет определение индикатора экологического состояния. Как элемент информации он является характеристикой, используемой в интересах процесса управления, и может быть применен для планирования подобного процесса и играет роль, выходящую за пределы его непосредственного значения.

1. Козловская Л. В. // Бел. экон. журн. 2002. № 3. С. 6.
2. Состояние окружающей среды и природопользование в городе Минске. Мн., 2001.
3. Беларусь: среда для человека. Национальный отчет о человеческом развитии '96. Мн., 1996.
4. Bakkes J. A., van der Born G. J., Heider J. C. et al. // UNEP/EATR. 94. Nairobi, 1994.
5. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь. Мн., 1997.
6. Пірожнік І. І. // Беларусь на мяжы тысячагоддзяў. Мн., 2000.
7. Статистический ежегодник. 2001. Мн., 2001.
8. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности в Республике Беларусь на 1 января 2002 г. Мн., 2002.
9. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 1996 г. Мн., 1997.

Поступила в редакцию 18.03.2003.

Вера Михайловна Корзун – старший преподаватель кафедры экономической географии Беларуси и государств Содружества.

УДК 556.51

А.Д. ШКАРУБО, П.С. ЛОПУХ

РОЛЬ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ (НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА ДНЕПРА)

The natural and antropogenic changes of Mogilew sity small revers landscapes and it Envirous, eriteria of investigation are explored.

Постановка проблемы

Широкомасштабные осушительные мелиорации и интенсивное освоение водосборов в 1960–1970 гг. изменили экосистемы многих рек Беларуси (спрямление русел, канализирование отдельных участков, в особенности на территории мелиоративных объектов). Нарушение русловых биоценозов коренным образом проявляется при выемке грунтов (песка, гравия), расчистке и дноуглублении русел с целью гидроэкологического оздоровления рек, при увеличении их пропускной способности в период паводков и наводнений, спрямлении, благоустройстве в городской черте. При таких работах чаще всего изменяются морфометрические характеристики русел, что приводит в свою очередь к нарушению уровня режима рек, течений, режима донных наносов, равновесной системы «абразия – аккумуляция», а иногда – к коренному нарушению экологической обстановки аквальных ландшафтов, их биоценозов.

Интенсивная перестройка аквальных ландшафтов в руслах рек происходит в зоне кривой подпора выше водохранилищ и в нижнем их бьефе. Выше водохранилищ наблюдается интенсивное занесение русел, ниже водохра-

нилиц зона их влияния простирается на десятки километров и выражается в перестройке характера и типов русловых процессов, термического и гидрохимического режимов [1].

Среди компонентов русловой экосистемы наиболее динамична высшая водная растительность. Она отражает ландшафтную структуру малого водотока и является индикатором процессов трансформации их природно-аквальных комплексов (ПАК). Высшая водная растительность – активный участник в процессах формирования и развития структуры ПАК. Ее флористический состав, геоботанические характеристики зависят от гидрологического режима, скорости течения, типа русловых процессов, характера донных отложений и интенсивности их перемещения, гидрохимии и условий освещения [2–6]. Высшая водная растительность обладает высоким средообразующим потенциалом и выполняет ряд функций: механически задерживает взвеси, участвует в химическом обмене между водой и донными отложениями, детоксикации и процессах самоочищения воды, деструкции органического вещества, создает благоприятные условия для гидробионтов [7–13], приводит к поднятию уровня воды и снижению скорости течения, формированию специфических температурных условий [14, 15], способствует седиментации наносов и формированию микро- и мезоформ рельефа русла, а также накоплению грубодетритовых органических отложений. В условиях Беларуси водная растительность приводит к повышению уровня малых рек до 20 см, увеличению мощности донных отложений. Биоцидная функция фитоценозов заключается в выделении в водную среду фитонцидов [16, 17], способствуя тем самым созданию в реке своеобразного «гидроклимата».

Установлено, что на практике возможно использование макрофитоценозов не только для индикации структуры и состояния других компонентов русловой экосистемы (гидрохимии, химического и литологического состава донных отложений, скорости течения) [18], но также для оценки ландшафтной обстановки и степени антропогенного преобразования водосбора [19, 20]. Данное положение М. Джеффрис и М. Дерек проиллюстрировали совпадением фито- и зооценотической структуры для р. Тайн (Шотландия) [21, 22]. Н. Холмс и К. Ньюболд приводят классификацию участков русла по преобладающим макрофитоценозам, для которых дают характеристики местообитания гидробионтов с различными литологическими, гидрологическими и гидрохимическими, т. е. ландшафтными, условиями [23].

Материал и методика

Для выяснения роли высшей водной растительности в малых реках и возможности применения геоботанической индикации русловых ПАК был выполнен ландшафтно-геоботанический анализ экосистем малых водотоков с водосборами различной степени хозяйственного освоения. Поставленные задачи решались на примере малых рек одного из крупнейших промышленных центров Беларуси – г. Могилева (реки Дубровенка и Дебра) и его окрестностей (р. Доска), для которых на протяжении 1998–2001 гг. проводились комплексные геоэкологические исследования.

При изучении малых речных гидрозкосистем наибольшее внимание уделялось преобразованиям форм руслового и пойменного микро- и мезорельефа. Для этого анализировались материалы инструментальных съемок участков рек, а также крупномасштабные (1:10 000 – 1:25 000) топографические карты в соответствии с типизацией русловых процессов [24]. Исследования включали описание и инвентаризацию высшей водной растительности, а также ее укосной фитомассы. Выделение растительных ассоциаций осуществлялось согласно системе Брауна-Бланке [25]. В высшей растительности исследуемых водотоков было выявлено 26 видов, относящихся к 18 семействам, из них распространение получили следующие: *Hydrochare-*

taceae Juss. (7 видов), *Potamogetonaceae* Dumort. (4 вида), *Poaceae* Barnhart (3 вида). Наиболее богата высшая водная растительность р. Дубровенка (23 вида), в меньшей степени – р. Доска (8 видов). В русле р. Дебра она практически отсутствует и представлена лишь единичными экземплярами *Bidens tripartita* L., *Typha latifolia* L. и *Urtica dioica* L.

Результаты и их обсуждение

Данные, приведенные в табл. 1, показывают наличие четкой дифференциации компонентов и факторов, обуславливающих существование ПАК и продуктивность высшей водной растительности исследованных водотоков. Как показали ранее проведенные нами исследования процесса зарастания ложа малых водохранилищ Беларуси, продуктивность высшей водной растительности с замедлением стока значительно возрастает и часто превышает продуктивность естественных водных объектов [26].

Таблица 1

Характеристика природных комплексов исследованных малых рек г. Могилева и его окрестностей

Русловый процесс	Литология грунтов	Высшая водная растительность	
		характерные ассоциации	Фитомасса (воздушно-сухой вес), кг/м ²
Ограниченное меандрирование, осложненное буреломом и лесным опадом	Пески, опесчаненные илы с лесным опадом	<i>Phragmitetum communis</i> (Gums 1927) Schmale 1939	0,65
		<i>Phragmitetum communis</i> (Gums 1927) Schmale 1939	0,8
Ограниченное меандрирование, преобразованное искусственным подпором	Опесчаненные илы, илы с лесным опадом	<i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931	0,52
		<i>Scirpetum lacustris</i> Schmale 1939	0,3
		<i>Lemnetum minoris</i> Th. Müller et Gors 1960	0,2–0,6
Свободное с элементами незавершенного меандрирования	Пески и опесчаненные илы	<i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931	0,22–0,44
		<i>Elodeetum canadensis</i> Egger 1933	0,38
	Илы	<i>Sagittario-Sparganietum emersi</i> Tx. 1953	0,28
		<i>Batrachietum circinati</i> Segal 1965	Нет данных
		<i>Lemno-Hydrocharitetum</i> Passarge 1977	0,24
Ограниченное, ограниченное с элементами незавершенного меандрирования	Пески и опесчаненные илы	<i>Glycerietum maximae</i> Hueck 1931	0,68–1,4
	Илы	<i>Elodeetum canadensis</i> Egger 1933	0,4
		<i>Potameto-Zannichellietum palustris</i> (Koch 1926), Soó 1944	0,06
		<i>Potametum natantis</i> Oberd. 1977	0,02
Антропогенно обусловленный ленточно-грядовый русловый процесс	Опесчаненные илы, пески	<i>Potameto-Zannichellietum palustris</i> (Koch 1926), Soó 1944	0,12–0,84
		<i>Elodeetum canadensis</i> Egger 1933	0,06–0,18
Канализованное русло с антропогенно обусловленным лобочным типом руслового процесса	Опесчаненные илы, пески	<i>Potameto-Zannichellietum palustris</i> (Koch 1926), Soó 1944	0,3
		<i>Potametum perfoliati</i> (W. Koch 1926) Passarge 1964	0,605
Ограниченное меандрирование на мощных антропогенных илах	Илы	<i>Typhetum angustifoliae</i> Pignatti 1953	0,28

В качестве основного признака выделения аквальных урочищ принималась преобладающая разновидность руслового процесса, в качестве дополнительных – литологический состав донных отложений и эколого-морфологическая принадлежность высшей растительности. Фации выделялись по наиболее распространенным растительным ассоциациям (участкам со сходной мозаичностью растительности) с учетом мезоформ и сочетаний микроформ руслового рельефа и литологии. Сопряженный анализ русловых природных комплексов позволил выделить ряд урочищ (табл. 2).

Характерные урочища русел малых рек бассейна Днепра

Река	Название аквальных урочищ
Дубровенка	1. Естественные русла с ограниченным меандрированием, фрагментарными зарослями прибрежно-водной растительности и нитчатых водорослей на песчаных и песчано-иловатых грунтах
	2. Естественные русла со свободным, местами в сочетании с ограниченным и незавершенным меандрированием со сплошным гелофитно-гидатофитным зарастанием на иловатых, местами песчаных грунтах
	3. Преимущественно канализированные русла с антропогенно обусловленным ленточно-грядовым процессом и фрагментарным зарастанием гидатофитной растительностью на иловатых грунтах
Дебра	4. Естественные русла с ограниченным меандрированием и фрагментарным гелофитным зарастанием на мощных илах антропогенного происхождения
Доска	5. Канализированные русла с антропогенно обусловленным ленточно-грядовым процессом и сплошным гидрофитно-гелофитным зарастанием на песчано-иловатых грунтах
	6. Естественные русла со свободным меандрированием и фрагментарным гелофитным и фрагментарным, местами сплошным гидрофитным зарастанием на иловатых грунтах

Для ПАК ранга урочищ основным фактором, влияющим на площадь (протяженность), является геологическое строение водосбора. В русловой экосистеме это отражается в первую очередь в изменении скорости течения и, как следствие, – типа руслового процесса. В структуре растительного покрова границы урочищ четко выделяются лишь при однородных условиях освещения (затенения) и минерального питания. В другом случае изменения растительности постепенны, что отражается в возникновении ряда экотонных фаций. Чаще всего смена гидролого-геоморфологических условий сопровождается появлением (исчезновением) прибрежной древесно-кустарниковой растительности, что приводит к изменению условий освещения и соответственно – смене фитоценозов. В таких случаях границы фаций и урочищ совпадают.

Размерность ПАК зачастую зависит от степени и характера антропогенной трансформации. Наименьшее количество фаций выделяется на канализированных однообразных на значительном протяжении участках русла. Так, участок верхнего течения р. Доска протяженностью более четырех километров выделен в одну фацию – канализированного русла со смешанным гелофитно-гидрофитным зарастанием (*Bidens tripartita* L., *Typha latifolia* L., *Urtica dioica* L., *Mentha aquatica* L.) на илистых грунтах; на относительно слабо преобразованном верхнем участке р. Дубровенка длиной менее трех километров выделено шесть фаций. Возможен и антропогенно обусловленный процесс гетерогенизации русловых ПАК. В среднем течении р. Дубровенка, например, выделяется ряд фаций, образованных техногенными конусами выноса (техногенного конуса выноса с гидрофитным (*Carex* sp.), у периферии – гидатофитным (*Elodea canadensis* Michx.) зарастанием на глинистых грунтах), протяженность которых колеблется в пределах 5–6 м.

Для выяснения особенностей антропогенной деформации эволюции русловых ПАК необходимо определение инвариантных факторов их развития: геологическое строение долины (постоянный фактор), руслоформирующая способность потока, поступление взвешенного материала с водосбора и гидрохимический режим.

При изучении антропогенной нагрузки на природные комплексы малых рек выявлены некоторые особенности их эволюционного развития, в частности роль гидрологического режима, стока наносов и гидрохимического фактора.

Повышение частоты паводков является одной из причин деформации русла и укрупнения мезоформ. В этом случае гидрологический фактор приводит к изменению типа руслового процесса. При регулировании речного

стока, в особенности при выравнивании паводковых пиков, водности, стабилизации скоростного режима потока прерывается естественный ход руслового процесса, а русло реки заиляется и зарастает.

В условиях функционирования водозаборов, сопровождающихся, как правило, снижением расходов воды, русло рек также заиляется и зарастает. При увеличении расходов в результате дополнительных искусственных попусков воды русло реки деформируется. В зависимости от интенсивности потока мезоформы увеличиваются или даже размываются.

Увеличение или уменьшение объемов поступающего по реке материала приводит к слабой трансформации руслового процесса и, как правило, сопровождается заилением и последующим зарастанием русла. Значительные увеличения объемов поступающего материала по сравнению с ранее существовавшими условиями могут привести к полной или частичной деградации прежних экосистем.

Изменения в химическом составе воды, которые чаще всего сопровождаются повышением рН, увеличением доли органики в твердом стоке, биогенных элементов, приводят к перестройке биоценозов и, как следствие, – к упрощению фациальной структуры. В условиях высокой антропогенной нагрузки возможны ее частичное или полное изменение, ускоренная перестройка экосистемы, сопровождающаяся заилением, зарастанием и даже болотообразованием.

В антропогенных условиях инвариантные факторы могут приобрести характер динамических (руслоформирующие, поступление взвешенного вещества с водосбора). При этом процесс формирования серийных ПАК особенно активен, и русловая геосистема каждый раз стремится к различным эквивалентным состояниям. Наиболее остро этот процесс протекает на малых реках городских территорий. Так, р. Дубровенка (г. Могилев) зарегулирована, из нее периодически осуществляется водозабор, регулярно (и нерегулярно) происходит спуск в реку сточных вод, пойма застроена, ведется гидротехническое строительство, отдельные участки русла канализованы. В результате на отдельных участках русла непрерывно образуются и видоизменяются серии фаций, стремящиеся каждый раз к различным эквивалентным состояниям. Особенности функционирования русловых геосистем обусловлены также их высокой динамичностью. Помимо традиционной для ПТК суточной и сезонной смены температур, для русловых ПАК характерен сложный гидрохимический и гидробиологический режим, передвижение форм руслового рельефа.

Геоботанические и флористические аспекты антропогенного вмешательства в функционирование малой русловой экосистемы были проанализированы Б.М. Миркиным с учетом классификации, предложенной в работе [27] (табл. 3).

Индикационные возможности высшей водной растительности позволили отразить не только ландшафтные условия, но и последствия антропогенных воздействий. В качестве минимальной таксономической единицы была выбрана фация. Для проверки ландшафтно-геоботанических индикационных закономерностей привлекались данные по состоянию геохимической среды водотоков (химический состав воды, донных отложений и высшей водной растительности), а также по характеру и расположению источников антропогенных воздействий. Наложение на картографическую основу сведений о характере антропогенных воздействий и их последствиях на рисунок ландшафтной структуры русел дало возможность охарактеризовать их экологическое состояние. Ландшафтно-геоботанический анализ структуры и функционирования изученных малых рек позволил провести типологию русловых ПАК по степени их антропогенной трансформации, принципы которой приведены в табл. 4.

Таблица 3

Характерные антропогенные изменения высшей растительности русел малых рек

Класс	Группа	Тип	Примеры и пояснения
Эволюция фитоценозов	Аллогенная	Аллогенный антропогенный селектогенез	Заселение в малые гидроэкосистемы <i>Elodea canadensis Michx.</i> (предположительно в начале XX в.)
Сукцессии	Автогенные	Антропогенный сингенез	Заселение растительности и формирование фитоценозов в искусственных гидроэкосистемах – канализированных руслах, прудах и водохранилищах
		Антропогенный эндозоогенез	Смена (восстановление) растительности после антропогенного воздействия (очистка русла либо ложа водоема, разовый (аварийный) спуск загрязняющих веществ, оползень и т. д.); развитие растительности на заключительных стадиях формирования искусственных гидроэкосистем
	Аллогенные	Антропогенный гологенезис	Изменение растительности в результате антропогенного преобразования природных условий на региональном уровне – антропогенное изменение водности, сведение лесов и распашка водосборов, повышение фоновых показателей загрязнения (химического, физического, биологического), широкомасштабная осушительная мелиорация (повышение водности и амплитуд водного режима, повышение ионного стока)
		Антропогенный гейтогенезис	Изменение растительности под влиянием локальных антропогенных воздействий – загрязнения (физического, химического, биологического), регулирования стока, повышенного твердого стока (заиливания), изменение уровня местного базиса эрозии (изменение скорости течения, режима осадко-накопления, урвненного режима) и т. д.
Катаклизмы	Аллогенные	Антропогенные катаклизмы	Уничтожение либо кардинальное изменение фитоценоза под воздействием сознательных (отвод, спрямление или очистка русла) либо стихийных (сброс загрязняющих веществ, пересыхание русла) антропогенных катаклизмов

Таблица 4

Типология ПАК исследованных русел малых рек по степени антропогенной трансформации высшей водной растительности

Степень антропогенной трансформации	Основные факторы трансформации рельефа русел	Трансформации высшей растительности
Низкая	Русловый процесс наиболее приближен к естественному, чаще всего ограниченное меандрирование	На отдельных участках – наличие во флоре высокосапробных видов и повышенная продуктивность (в 1,5–2 раза)
Средняя	Деформация руслового процесса под влиянием повышенного твердого стока (заиливание русла)	Появление устойчивых к колебаниям уровня и химическому загрязнению высокосапробных растительных ассоциаций; преобладание во флоре <i>Elodea canadensis</i> и <i>Ceratophyllum demersum</i>
Высокая	Влияние искусственных водоемов с низким (до 2 м) подпором, русловых гидротехнических сооружений и застройки пойменных участков	Смена эколого-морфологических групп либо полное уничтожение растительного покрова без возможностей восстановления в создавшемся режиме
Катастрофическая	Канализированные отрезки русел, участки с искусственными берегами, а также с руслом, проложенным в техногенных осадочных толщах	Смена эколого-морфологических групп либо полное уничтожение растительного покрова без возможностей восстановления в создавшемся режиме

1. Ведущим фактором формирования природно-аквальных комплексов малых геосистем является тип руслового процесса.
2. Продуктивность высшей водной растительности малых водотоков зависит от комплекса физико-географических факторов.

3. Высшая водная растительность малых водотоков как результат проявления ряда природных факторов является надежным критерием для выделения элементарных единиц природно-аквальных комплексов.

4. Типы и основные параметры формирующихся природных комплексов зависят от степени антропогенного воздействия на гидрозкосистемы малых водотоков.

1. Лопух П. С. Закономерности развития природы водоемов замедленного водообмена, их использование и охрана. Мн., 2000.
2. Chambers P.A., Prepas E.E., Hamilton H.R. et al. // *Ecological Applications*. 1991. № 1. P. 249.
3. Voeger R.T. // *Aquatic Botany*. 1992. Vol. 42. P. 351.
4. Haslam S.M. *River Plants*. Cambridge, 1978.
5. Madsen J.D., Adams M.S. // *Hydrobiologia*. 1989. Vol. 171. P. 111.
6. Peltier W.H., Welch E.B. // *Weed Science*. 1969. Vol. 17. P. 412.
7. Gregg W.W., Rose F.L. // *Aquatic Botany*. 1982. Vol. 14. P. 309.
8. Смирнова Н.Н. // Взаимодействие между водой и седиментами в озерах и водохранилищах / Под ред. И.В. Буторина. Л., 1984. С. 268.
9. Кокин К.А. Экология высших водных растений. М., 1982.
10. Винберг Г.Г. // Тр. ВГБО. 1955. Т. IV. С. 46.
11. Edwards R.W., Owen M. // *Journal of Ecology*. 1962. Vol. 50. P. 207.
12. Морозов Н.В., Тарпищева А.В. // *Гидробиол. журн.* 1973. № 4. С. 66.
13. Карасева Н.Н., Папченко В.Г. // *Раст. ресурсы*. 1974. № 1. С. 138.
14. Мережко А.И. // *Гидробиол. журн.* 1973. № 4. С. 118.
15. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. Л., 1989.
16. Dale H.M., Gillespie T.J. // *Canadian Journal of Botany*. 1977. Vol. 55. P. 2216.
17. Коган Ш.И., Крайнюкова А.Н. // Первая Всесоюзная конференция по высшим водным и прибрежно-водным растениям. Борок, 1977. С. 113.
18. Гуревич Ф.А. // Сборник научных трудов Красноярского государственного медицинского института. 1953. № 3. С. 212.
19. *Ecology and Evolution of Communities* / Ed. by M.L. Cody, J.M. Diamond. Cambridge, 1977.
20. Holmes N.T.H. *Typing British Rivers According to their Flora (Focus on Nature Conservation № 4)*. Peterborough, 1983.
21. Haslam S.M., Wolseley P. *River Vegetation; its Identification, Assessment and Management*. Cambridge, 1981.
22. Jeffries M., Mills D. *Freshwater Ecology: Principles and Applications*. Chichester, 1994.
23. Holmes N.T.H., Newbold C. *River Plant Communities – Reflectors of Water and Substrate Chemistry (Rep. № 9)*. Peterborough, 1984.
24. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л., 1982.
25. Braun-Blanquet J. *Plant Sociology, the Study of Plant Communities*. New York, 1932.
26. Широков В.М., Лопух П.С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М., 1986.
27. Миркин Б.М. // *Экология*. 1971. № 5. С. 31.

Поступила в редакцию 05.11.2002.

Антон Дмитриевич Шкарубо – аспирант кафедры общего землеведения. Научный руководитель – П.С. Лопух.

Петр Степанович Лопух – кандидат географических наук, доцент кафедры общего землеведения.

УДК 550.812.012: 553.632 (476-13)

Э.А. ВЫСОЦКИЙ

ПОИСКОВЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Effective forecasting and revealing of the deposits of potassic salt in conditions of Pripyat Trough are realized with using rational search complex that includes in stratigraphical, structural, paleotectonical, geochemical, litological and geophysical search geology criteria.

При решении проблем поиска и разведки месторождений агрохимического сырья практически всегда принимаются во внимание сведения об обстоятельствах их образования. Генетический подход позволяет более достоверно

выделять и использовать наиболее важные геологические условия формирования этих месторождений в качестве оценочных критериев при проведении прогнозных, поисковых и геологоразведочных работ. Поисковые геологические критерии могут быть глобальными или иметь местное, региональное значение [1, 2]. В последнем случае они учитывают особенности истории развития и геологического строения конкретного региона и указывают на возможность сосредоточения на определенной территории искоемых полезных ископаемых.

Глобальные геологические поисковые критерии выявляются на основе анализа пространственно-временных закономерностей формирования, развития и размещения различных по генезису полезных ископаемых, в том числе калийных солей. Важнейшими из них являются: 1) климатические, 2) стратиграфические, 3) структурные, 4) литолого-фациальные, 5) геохимические, 6) геоморфологические и 7) геофизические.

В основе климатических критериев лежит выявление для каждого отрезка геологического времени аридных и гумидных зон на поверхности Земли. Тем самым очерчиваются и предварительно устанавливаются зоны и области, благоприятные для аккумуляции калийных солей (аридные зоны), и исключаются непригодные для их образования (гумидные зоны). Зонально-климатическая обстановка накопления эвапоритов, особенности ее изменения в геологической истории Земли рассмотрены многими авторами [3–6].

Стратиграфические критерии базируются на связи полезных ископаемых с отложениями определенного возраста. Причем для важнейших из них (уголь, железные и марганцевые руды, фосфориты, бокситы, калийные соли и др.) стратиграфические закономерности выдерживаются в пределах всего земного шара и определенным образом фиксируют продуктивные периоды (этапы) их формирования и площади накопления. В геологической истории развития осадочной оболочки Земли выявлено пятнадцать этапов аккумуляции калийных солей: 1) раннекембрийский, 2) позднесилурийский, 3) среднедевонский, 4) позднедевонский, 5) раннекаменноугольный, 6) среднекаменноугольный, 7) раннепермский, 8) позднепермский, 9) позднетриасовый, 10) позднеюрский, 11) раннемеловой, 12) позднемеловой, 13) эоцено-олигоценый, 14) миоценовый, 15) плиоцен-четвертичный [7]. При прогнозировании перспективных площадей необходимо учитывать не только стратиграфическое положение продуктивных свит, поясовое распределение фаций, но также важно устанавливать этапы накопления полезных ископаемых, особенно эффективно проявившиеся в определенных регионах земного шара.

Влияние тектонических структур на размещение полезных ископаемых, и в частности калийных солей, чрезвычайно велико. Геотектоническая позиция калиеносных бассейнов достаточно разнообразна: палеозойские связаны с платформенными структурами – синеклизами, впадинами, древними континентальными рифтовыми зонами, краевыми прогибами; мезозойский – с рифтовыми зонами, краевыми прогибами; кайнозойские – преимущественно с межгорными впадинами, краевыми прогибами и рифтовыми зонами [8]. Наибольшей степенью тектонической дислоцированности характеризуются кайнозойские калиеносные формации, что обусловлено приуроченностью преобладающего большинства из них к орогенным областям и зонам сочленения платформ с молодыми складчатыми сооружениями.

Литолого-фациальные критерии достаточно эффективно используются при поисках месторождений калийных солей. В первую очередь, как правило, проводится анализ распределения фаций в эвапоритовых бассейнах: устанавливается изменение фациальных комплексов, выявляется порядок кристаллизации солей из растворов, определяются ареалы развития калиеносных фаций. Калийные соли, которые формируются на более высоких

стадиях сгущения вод, территориально всегда располагаются в пределах ареалов развития галитовых фаций в кутовых зонах солеродных бассейнов, наиболее удаленных от районов поступления морских вод (нередко – метаморфизованных).

Геохимические критерии позволяют оценивать перспективы калиеносности эвапоритовых формаций по химическому составу осадков, а также подземных вод и рассолов. При установлении калиеносности соленосных серий большое значение придается выделению завершенных циклов на основе анализа величин бромхлорного отношения в галите ($\text{Br} \cdot 10^3 / \text{Cl}$) [9–11].

Геоморфологические критерии, основанные на отображении в рельефе различных геологических образований, при поисках месторождений калийных солей не имеют столь большого значения, как при обнаружении полезных ископаемых, происхождение которых неразрывно связано с процессами рельефообразования (например, россыпей). В практике поисковых работ эти критерии использовались в основном при выявлении месторождений калийных солей в Прикаспийской впадине [12] и Предкарпатском прогибе [10].

В основе геофизических поисковых критериев лежат факты, прямо или косвенно указывающие на возможность выявления в данных условиях полезного ископаемого на основе интерпретации геофизических аномалий [2]. В настоящее время геофизические поисковые критерии находят широкое применение для обнаружения соленосных серий, а в их разрезах – непосредственно калийных солей. Ценную информацию о калиеносности соленосных серий обычно получают при анализе данных комплексного каротажа поисковых, структурных, опорных и других скважин, которые используются в комплексе предпоисковых исследований на калийные соли.

Поисковое значение рассмотренных критериев при оценке перспектив калиеносности отдельных регионов неравноценно. Опыт показывает, что в каждом регионе может быть выделен свой специфический комплекс таких критериев, обусловленный геологическими условиями развития конкретных тектонических структур. Так, из пятнадцати известных в истории развития Земли этапов калиенакопления, в Припятском прогибе проявились три: позднефранский, позднефаменский и раннепермский. Причем промышленные залежи сформировались только в течение позднефаменского этапа калиенакопления. Для оценки калиеносности фаменской соленосной формации был выработан комплекс поисковых геологических критериев, который позволил весьма эффективно провести опоскование территории Припятского прогиба [13, 14]. Этот комплекс включал следующие поисковые геологические критерии: 1) стратиграфические, 2) структурные, 3) палеотектонические, 4) геохимические, 5) литологические, 6) геофизические.

Стратиграфический критерий отражает связь промышленных калийных залежей в фаменской соленосной формации с отложениями глинисто-галитовой субформации оресско-полесского возраста. Он является достаточно общим, так как не во всех частях разреза субформации и не на всех площадях распространены калийные горизонты. Определенной модификацией стратиграфического критерия является критерий «этажности», значительно уточняющий условия первого и основанный на закономерном распределении калийных горизонтов в разрезе глинисто-галитовой субформации. Выделяются три этажа калиеносности, разделенные бескалийными интервалами разреза мощностью 200–400 м.

Структурный критерий заключается в связи залежей калийных солей в Припятском прогибе с синклиналиными зонами, депрессиями, мульдами, выделяемыми по внутрисолевым горизонтам и по поверхности фаменской соленосной формации, которая хорошо картируется методами сейсморазведки (МОВ, МОГТ, КМПВ и др.). В большинстве случаев погружению кров-

ли соленосных отложений соответствует синклинальное залегание внутри-солевых горизонтов и относительно повышенная калиеносность разреза глинисто-галитовой субформации (больше калийных горизонтов, более полное строение их разрезов и повышенные мощности сильвинитовых слоев и пластов).

Палеотектонический критерий позволяет выявить связь калийных горизонтов с конседиментационно развивавшимися отрицательными структурами. Залежи калийно-магниевых солей являются индикатором тектонических движений и фиксируют топографические впадины, образовавшиеся во время калиенакопления [15]. На конседиментационных положительных структурах, как правило, отсутствуют.

Из числа геохимических критериев в условиях Припятского прогиба наиболее эффективно используется бромхлорное отношение. Калийные залежи чаще всего могут появляться в той части соляной пачки, где величина бромхлорного отношения достигает максимальных значений. В завершённых циклах она достигает значения 0,3–0,4 и выше. В незавершённых циклах величина бромхлорного отношения галита не выходит за пределы галитовой зоны, т. е. не достигает 0,3–0,4.

На основании изучения особенностей вещественного состава соленосных отложений выявлена обширная группа литологических критериев. Это прежде всего наличие вкрапленности сильвина в разрезе соляных пачек. В направлении депрессионных зон стратифицированные уровни с вкраплением сильвина переходят, как правило, в полноценные калийные горизонты. Своеобразным поисковым литологическим критерием является окраска каменной соли. Каменная соль соляных пачек, вмещающих калийные горизонты, окрашена в красные, розовые, оранжевые и бурые цвета. В пачках, сложенных светло-серыми разностями каменной соли, залежи калийных солей отсутствуют. Важным поисковым литологическим критерием являются также гематитовые прослои в надсолевых девонских отложениях, которые рассматриваются как стратиграфические аналоги калийных горизонтов. Они образовались в процессе древнего подземного выщелачивания калийных залежей и представлены красящим веществом калийных или калийно-магниевых солей – гематитом [16]. Мощность интервалов с гематитовыми прослоями варьирует от 0,1 до 2,0 м.

Применяемый стандартный комплекс геофизических исследований скважин, включающий электрокаротаж, гамма-каротаж, нейтронный гамма-каротаж и кавернометрию, позволяет уверенно выявлять калийные горизонты в соленосном разрезе, определять их мощность, строение, а в ряде случаев и минеральный состав [17].

В целом значимость тех или иных поисковых геологических критериев может существенно меняться в зависимости от территориального положения площадей поисков в общей структуре региона и от стадии геологоразведочного процесса. Высокая разрешающая эффективность поискового комплекса, применяемого в условиях Припятского прогиба, доказана выявлением ряда калиеносных участков – Житковичского, Копаткевичского, Смоловского, Дроздовского, Октябрьского и др. Используемый в условиях Беларуси поисковый комплекс может быть эффективно применен при оценке перспектив калиеносности других регионов древнего калиенакопления.

1. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: В 2 т. М., 1960. Т. 1.

2. Он же. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., 1964.

3. Иванов А. А. Основы геологии и методика поисков, разведки и оценки месторождений минеральных солей. Л., 1953.

4. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза: В 3 т. М., 1962. Т. 3.

5. Яншин А. Л., Жарков М. А. Фосфор и калий в природе. Новосибирск, 1986.

6. Высоцкий Э. А. // Літасфера. 1995. № 3. С. 53.

7. Там же. 1996. № 5. С. 33.
8. Высоцкий Э.А., Гарецкий Р.Г., Кислик В.З. Калиеносные бассейны мира. Мн., 1988.
9. Валяшко М.Г., Жеребцова И.К., Садыков Л.З. Геохимические методы поисков месторождений калийных солей. М., 1966.
10. Корневский С.М. Комплекс полезных ископаемых галогенных формаций. М., 1973.
11. Граховский Л.М., Граховская М.А. Поиски и разведка месторождений минеральных солей. М., 1980.
12. Диаров М.Д. // Сов. геология. 1972. № 5. С. 125.
13. Кислик В.З., Высоцкий Э.А., Ерошина Д.М. // Проблемы прогнозирования, поисков и разведки месторождений нерудных полезных ископаемых. М., 1981. С. 81.
14. Гарецкий Р.Г., Высоцкий Э.А., Кислик В.З. и др. Калийные соли Припятского прогиба. Мн., 1984.
15. Высоцкий Э.А., Кислик В.З., Ерошина Д.М. // Докл. АН БССР. 1974. Т. 18. № 7. С. 642.
16. Лупинович Ю.И., Кислик В.З., Зеленцов И.И., Высоцкий Э.А. // Геология и петрография калийных солей Белоруссии. Мн., 1969. С. 140.
17. Высоцкий Э.А., Беяцкий Е.И., Зыков И.А. // Геология и петрография калийных солей Белоруссии. Мн., 1969. С. 192.

Поступила в редакцию 07.09.1999.

Эдуард Александрович Высоцкий – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры динамической геологии.

УДК 314(476)

К.К. КРАСОВСКИЙ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УРБАНИЗАЦИИ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ

The modern urban lines global socio-economic process are considered. The scheme of evolution in urban in the various countries and regions of the world is offered. The forecast of development of urban processes is given.

Процессы развития человека, окружающей его природной среды и общества в целом очень сложны и многообразны. В современных условиях в результате обострения противоречий в системе человек – природа – общество перед человечеством встали многочисленные вопросы. Урбанизация среди них занимает ведущее место, поскольку именно в городах концентрируется большинство проблем. Под влиянием научно-технического прогресса они вышли за пределы локальных, региональных, национальных границ и приобрели глобальный характер.

По своему характеру эти проблемы являются естественно-природными и социальными, поэтому для их решения необходимо учитывать и естественно-природные и социальные аспекты. Единственной наукой, которая синтезирует всю совокупность знаний о Земле как глобальном пространстве, является география. Поэтому объектами ее изучения являются разнообразные геосистемы и их компоненты.

В связи с охватившим мировое сообщество в конце XX в. процессом глобализации и в географической науке стали появляться уточнения объекта ее исследования. Так, В.Д. Сухоруков вводит новое понятие “глобальное социально-экономическое пространство” (ГСЭП), под которым понимается социальный мир, порожденный результатами физических и умственных усилий людей. Таксонами современного ГСЭП он считает такие его части (международные районы, мировые центры и др.), в которых фокусируются факторы развития. Одним из таких таксонов является мировой город. Пределный таксон ГСЭП – мировая зона [1].

А.Ю. Скопин считает, что объектом изучения экономической географии является антропосфера (экосфера) как часть геопространства, где развивается хозяйственная деятельность человека. Предмет изучения определяется господствующей в данный момент исследовательской парадигмой, которую автор определил как информационно-проблемную и разработал теорию развития глобальной системы, в качестве которой рассматривается планета Земля. Исходя из ее вертикальной структуры, проекция неживой и живой природы, общества и техносферы на поверхность Земли приводит к формированию горизонтальной структуры. В ее состав входят глобальные Периферия (экстремальные территории и примитивное общество), Полупериферия (аграрное и индустриальное общество) и Центр (постиндустриальное общество). Динамика и взаимодействие подсистем глобальной системы Земли привела к возникновению общемировых проблем современности [2, 3].

Исследования специалистов в области глобалистики во всем мире привели к формированию концепции устойчивого развития как стратегии поведения человечества. Термин “устойчивое развитие” был впервые представлен Международным союзом по охране природы. В публикации “Наше общее будущее”, известной как отчет Комиссии Брунтланд, устойчивое развитие определено как обеспечивающее нужды современного поколения, не подвергая при этом угрозе жизненные потребности будущих поколений [4]. Как подчеркнул Э.У. фон Вайцзекер, концепция устойчивого развития отнюдь не открывает путей решения стоящих перед человечеством задач [5], поэтому огромное значение в деле решения глобальных проблем приобретают развитие международного сотрудничества и осуществление международных исследовательских проектов.

С экономической точки зрения глобализация – это процесс втягивания экономик отдельных стран в мировой рынок, создание единой рыночной экономики и ее инфраструктуры. Поэтому понятие глобализации связывают прежде всего с едиными для всех стран финансами и информационными сетями. Политические и социальные науки к проблеме глобализации подходят с точки зрения формирования гомогенизированного мирового сообщества, живущего по единым законам и ценностям. Поскольку урбанизация – это социально-экономический процесс, и как в экономике первичной ячейкой являются предприятия, которые в пределах государства образуют хозяйство страны, так в урбанизации первичной ячейкой являются города, образующие в пределах страны вместе с транспортными магистралями каркас расселения. Национальные экономики через международную интеграцию образуют мировое хозяйство, а системы расселения через процессы агломерирования и метрополитизации ведут к созданию урбанизированных зон, районов, мегалополисов, вплоть до ойкуменополиса.

Глобальные проблемы превратились в один из важнейших объектов исследования мировой науки, что привело к созданию глобалистики. В связи с этим встает вопрос осмысления комплексной науки, которая бы изучала глобальный процесс урбанизации. Учитывая сложность и многоаспектность данного процесса, автор данной статьи предлагает закрепить за комплексной наукой об урбанизации название “урбанология”, встречавшееся, но не устоявшееся в научных исследованиях. Общепринятый термин “урбанистика” в переводе с итальянского дословно обозначает “градостроительство”, т. е. в нем заключен в основном градостроительный и в какой-то степени географический аспект урбанизации. Урбанология (от лат. urbanus – городской, греч. Logos – наука) – это комплексная наука об урбанизации, изучающая ее пространственно-временную динамику, экономико-географические, экологические, демографические, градостроительные и социопсихологические особенности. Объектом ее изучения должны стать городские сис-

темы как пространственные формы расселения любого таксономического ранга (от города до ойкуменополиса); предметом изучения на основании глобального, цивилизационного и антропокультурного подходов – городская среда как понятие, выражающее глубинную сущность урбанизированного расселения. Выделение городской среды в качестве предмета исследования обусловлено тем, что она в соответствии с антропокультурным подходом ориентирована на население, которое наряду с материальной и духовной составляющей является основным ее компонентом. Городская среда как фундаментальное понятие, выражающее глубинную сущность города не только в качестве места сосредоточения большого количества людей, играет чрезвычайно важную роль в развитии общества как функциональное образование [6], а также в соответствии с цивилизационным подходом выполняет важную миссию двигателя научно-технического прогресса. “Качество городской среды в конечном счете определяется способностью городов, с одной стороны, быть фокусами творческих сил общества, реализовывать, концентрировать в себе творческий потенциал и, с другой – создать необходимые условия для приобщения каждой личности к различным формам жизни города” [7].

Урбанизация как глобальный процесс современности имеет глубокие исторические корни. И хотя впервые термин “урбанизация” появился в 1867 г. в Испании, он широко задействован в исторических исследованиях, посвященных проблемам возникновения древнейших городов. Поэтому урбанизация – это процесс формирования города как нового в развитии общества явления [8].

С развитием цивилизации повышалась роль городов, распространялись городской образ жизни и культура. В истории городов большинство ученых выделяют три периода: древние города (до IV в. н. э.); средневековые города (V – середина XVII в.); города нового и новейшего времени. До начала XX в. темпы развития городов и городского населения мира были незначительные. По оценкам исследователей, в 1800 г. городское население мира составляло около 50 млн чел. (5,1 % всего населения планеты). С 1800 по 1900 гг. его численность увеличилась до 220 млн чел. Однако в городах в начале XX в. проживало всего 13,3 % жителей Земли. Уровень урбанизации в этот период в большинстве стран не превышал 10–20 %. В больших городах (более 100 тыс. чел.) было сосредоточено 5,5 % всего населения мира и чуть более 40 % его горожан (табл. 1).

Таблица 1

Динамика городского населения мира

Годы	Население мира, млн чел.	Городское население, млн чел.	Доля городского населения, %	Доля больших городов (более 100 тыс.) в населении мира, %	Доля больших городов (более 100 тыс.) в городском населении, %
1800	978	50	5,1	1,7	56,3
1850	1262	80	6,3	2,3	38,3
1900	1650	220	13,3	5,5	40,9
1950	2520	738	29,3	13,1	43,6
1970	3697	1353	36,6	19,0	51,0
2000	6158	2926	47,5	39,0	70,0

В XX в. темпы роста городского населения значительно возросли и к 1950 г. в городах мира проживало уже 738 млн чел. (29,3 % населения земного шара). Наиболее высокоурбанизированным регионом в этот период была Северная Америка (64 %). Самый низкий уровень урбанизации наблюдался в странах Африки (13 %).

Постепенно усиливалась концентрация городского населения мира в больших городах, которые становились основными центрами расселения, заметно повышалась их роль в развитии общества. Количество больших

городов мира в 1950 г. составило около тысячи, а доля проживающего в них населения от мирового демографического потенциала превысила 13 %.

В 1950-е гг. в связи с резким увеличением абсолютных и относительных темпов роста городского населения начался современный этап развития мировой урбанизации [9]. Важнейшей особенностью урбанизационных процессов на современном этапе в связи с концентрацией населения в больших городах явилось возникновение новых форм городского расселения – агломераций и мегалополисов. Этот процесс, изначально получивший широкое распространение в промышленно развитых странах, в настоящее время приобрел глобальный характер. В целом за последние 50 лет численность городского населения мира выросла в 4 раза, а его доля в общей численности населения планеты к концу XX в. составила около 50 %. Однако дифференциация государств современного мира по уровню социально-экономического развития свидетельствует о том, что процессы урбанизации в различных регионах имеют свои особенности (табл. 2).

Таблица 2

Урбанистическая структура регионов мира в 2000 г.

Регионы и страны	Численность городского населения мира, млн чел.	Доля городского населения, %	Число городов - миллионеров	Число мега-городов
Мир в целом	2926	47,0	320	24
Европа	548	76,0	62	2
Азия	1408	37,0	137	14
Африка	310	38,0	34	2
Северная Америка	237	77,0	39	2
Латинская Америка	401	75,0	43	4
Австралия и Океания	22	71,0	5	–

Наиболее высокой долей городского населения характеризуется Северная Америка (77 %), Европа (76 %), Латинская Америка (75 %), Австралия и Океания (71 %). В Африке и Азии удельный вес городских жителей не превышает 38 %. Вследствие значительной концентрации городского населения мира в агломерациях (более 1 млн чел.) доля проживающих в них жителей к началу XXI в. составила около 20 % от численности всего населения мира и около 40 % от городского населения. Только за период с 1970 по 2000 гг. число городов-миллионеров увеличилось в мире со 164 до 320, а мега-городов (более 8 млн чел.) – с 11 до 24. Масштабы и тенденции роста крупнейших городов указывают не только на огромный абсолютный рост агломераций и мегалополисов, но и на их сосредоточение все в большей степени в развивающихся странах.

Пространственно-временные особенности урбанистической концентрации населения обусловлены стадийно-региональным характером эволюции урбанизации. Впервые стадийная концепция развития урбанизации была предложена Дж. Джиббсом в 1963 г. [10]. Согласно этой концепции, в отличие от традиционного подхода, главное внимание при изучении урбанизации надо уделять не факторам ее развития, а изучению закономерностей. Главной закономерностью развития урбанизационных процессов считалась саморегуляция и поэтапность. Дж. Джиббс выделял пять следующих друг за другом фаз развития урбанизации:

первая – происходит возникновение городов, но относительный рост сельского населения в целом превышает темпы роста городского населения;

вторая – темпы роста городского населения начинают превышать темпы роста сельского населения;

третья – начинается сокращение численности сельского населения;
четвертая – происходит абсолютное сокращение численности населения малых городских поселений;

пятая – идет выравнивание плотности населения между городскими агломерациями и остальными территориями, в результате чего размещение населения становится более равномерным.

Поскольку урбанистическая эволюция происходит поэтапно, саморегулятивным путем, нами предлагается схема развития урбанизации как глобального социально-экономического процесса в развитых, развивающихся и наименее развитых странах мира (табл. 3).

Таблица 3

Эволюция глобальной урбанизации по основным регионам мира

Типы стран	Стадии урбанизации				
	1	2	3	4	5
Развитые страны	+	+	+	++	+++
Развивающиеся страны	+	++	+++	++	*
Наименее развитые страны	+	++	*	*	*

Примечание. Стадии урбанизации: 1 – возникновение городов; 2 – интенсивный рост численности городского населения; 3 – сокращение численности сельского населения; 4 – рост агломераций; 5 – деконцентрация городского населения. Степень развития фазы городского населения: +++ – явление доминирует; ++ – сильно выражено; + – слабо выражено; * – отсутствует.

Сущность этой схемы заключается в том, что для определенной стадии развития урбанизации характерна определенная фаза развития городского населения. Неравномерность уровня социально-экономического развития стран ведет к их поэтапному рассредоточению на вертикальной структуре схемы. Первый этап связан с углублением общественного разделения

труда и относится к эпохе рабовладельческого строя. На втором этапе, когда темпы роста городского населения вследствие индустриализации начинают возрастать, находятся наименее развитые страны Азии, Африки, Океании. В большинстве развивающихся стран идет третий этап урбанистической эволюции – сокращается абсолютная численность сельского населения. Вследствие миграции населения из сельской местности формируются и развиваются большие города. Постепенно вступает в свои права индустриальная цивилизация. В некоторых наиболее развитых в экономическом отношении странах этой группы (Аргентина, Бразилия, Мексика и др.) начался четвертый этап, для которого характерен рост агломераций и доли населения, проживающего в них. В этот период происходит расцвет индустриального общества. К концу четвертого этапа, который характерен в настоящее время для большинства стран Восточной Европы, в том числе и Республики Беларусь, появляются новые тенденции. Это снижение общей интенсивности переселений; уменьшение миграции из села в город; замедление процесса концентрации населения в больших городах; сокращение не только темпов, но и абсолютных величин прироста населения в больших городах; расширение масштабов маятниковой миграции населения.

Так, на территории Беларуси среднегодовые темпы прироста численности городского населения снизились с 5,25 % в 1950–1954 гг. до 0,1 % в 1995–1999 гг. За этот же период уменьшился удельный вес механического прироста среди источников увеличения городского населения с 62,9 до 34,0 %. Только за последние 10 лет XX в. более чем в пять раз снизилась миграционная мобильность городского населения, параллельно с ней упали и темпы роста и уровня концентрации населения в больших городах страны. Под влиянием прежде всего исторических и социально-экономических факторов сформировались различия в уровне урбанизации и характере городского расселения западных и восточных областей республики. За послевоенный период Беларусь перешла из второй фазы развития урбанизации в четвертую. Снижение к концу XX в. темпов роста больших городов и

уровня концентрации населения в них не является следствием политики административного сдерживания их роста, а свидетельствует о завершении четвертой фазы развития урбанизации в стране и ее переходе в следующую [11]. Для определения перспектив развития процесса урбанизации необходим анализ новейших урбанизационных тенденций в наиболее развитых в экономическом отношении странах.

Как показывает мировой опыт, в наиболее развитых странах мира процесс урбанизации прошел две стадии. Первая – “классическая” урбанизация – характерна для 1950-х и отчасти 1960-х гг. и соответствует третьей и четвертой фазам в предложенной нами схеме вертикальной структуры глобальной урбанизации. Вторая стадия – субурбанизация, проявившаяся в 1960–1970-е гг., – означала процесс роста и развития пригородной зоны более высокими темпами по сравнению с городами – центрами агломераций [12, с. 448]. Процесс субурбанизации был обусловлен предельной концентрацией производительных сил и населения в больших городах. Это объективно привело к необходимости снижения уровня чрезмерной концентрации производства и населения и стимулировало отток городских жителей из агломераций в пригороды. Основными причинами, которые привели к переориентации прежних потоков мигрантов, являются: рост доходов населения, расширение сети транспортных коммуникаций, децентрация промышленного производства, транспортные перегрузки в городе, экологические проблемы [13].

Процессы децентрации не только вели к перераспределению населения из городов в пригородные зоны, но и к заполнению сельских мегагломерационных пространств. В результате этого происходит процесс рурбанизации (от англ. rural – сельский), заключающийся в проникновении городских стандартов и условий жизни в сельскую местность [12, с. 384]. Эти закономерные тенденции дали основание некоторым ученым мира сделать вывод об остановке урбанизационного процесса и наступлении новой эпохи – контрурбанизации, или дезурбанизации [14]. Однако многие исследователи считают, что урбанизация не останавливается, она переживает качественный скачок и на новом этапе пространственной эволюции принимает другие формы, вовлекая в свою орбиту малые города и сельскую местность [15]. Это дало основание для выделения на новом уровне процесса реурбанизации, начавшегося в 1970-е гг. в высокоразвитых странах и означавшего возвращение центральных функций в ядра агломераций и обновленное их развитие.

Таким образом, анализ современных тенденций урбанизации как глобального социально-экономического процесса свидетельствует о стадийно-региональном характере ее развития и согласуется с предложенной нами схемой эволюции. Пять стадий развития урбанизации Дж. Джиббса являются объективной закономерностью; через них прошли все развитые государства мира, не пропуская ни одного этапа урбанистической эволюции. Однако в конкретных исторических условиях в зависимости от уровня социально-экономического развития региона время протекания отдельных стадий урбанизации может быть различным. Так, системный экономический кризис, в котором находится в настоящее время Республика Беларусь, может надолго приостановить процесс перехода страны на пятую стадию развития урбанизации, для которой характерно более равномерное расселение. Дальнейшее развитие урбанизации в различных регионах и странах мира будет связано с осознанным выбором людьми постоянного места жительства (город, пригород, сельская местность) в зависимости от условий и качества городской среды.

1. Сухоруков В. Д. // Изв. рус. геогр. об-ва. 1998. Т. 130. Вып. 4. С. 30.
2. Скопин А. Ю. // Изв. РАН. Сер. геогр. 1994. № 3.

3. Он же // Изв. РАН. Сер. геогр. 1992. № 5.
4. World Commission on Environment and Development (The Brundtland Commission). Our common Future. Oxford; New York, 1987.
5. Von Weizsacker E. U. Earth Politics. London; New Jersey, 1994.
6. Лаппо Г. М. География городов. М., 1997.
7. Ахиезер А. С. // Проблемы качества городской среды. М., 1989.
8. Город как социокультурное явление исторического процесса / Отв. ред Э.В. Сайко. М., 1995.
9. Chide G. // Town Planning Review. 1950. № 1.
10. Gibbs J. // Economic geography. 1963. № 2.
11. Красовский К. К. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2002. № 2. С. 64.
12. Демографический энциклопедический словарь / Редкол.: Д.И. Валентей (гл. ред.) и др. М., 1985.
13. Хорев Б. С., Безденежных В. А., Быкова Н. В. Мировой урбанизм на переломе. М., 1992.
14. Berry B. // Human settlements systems. Cambridge, 1978.
15. Пивоваров Ю. Л. Основы геоурбанистики: Урбанизация и городские системы. М., 1999.

Поступила в редакцию 30.01.2002.

Константин Константинович Красовский – кандидат географических наук, доцент, докторант кафедры экономической географии Беларуси и стран Содружества.



УДК 632.4: 635.64

С.Г. ПИСКУН, В.Д. ПОЛИКСЕНОВА, В.С. АНОХИНА

ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФУЗАРИОЗНОГО УВЯДАНИЯ ТОМАТА

The phytotoxic activity of 18 monospore isolates of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen was studied. Quality and quantity analyses of cultural liquid was also performed. Isolates with strong phytotoxic activity were defined.

Возбудитель фузариозного увядания томата – микромицет *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen развивается в ризосфере, а также на корнях растений (ризоплане). По типу питания патоген относится к некротрофам [1]. Механизм развития фузариозного увядания сводится, с одной стороны, к закупорке сосудистой системы растения мицелием и конидиями патогена, с другой – дополнен действием его токсинов. *F. oxysporum f. sp. lycopersici* относится к полифагам, и его токсины неспецифичны, т. е. играют определенную роль в патогенезе, но не служат единственной причиной заболевания.

Различные штаммы *F. oxysporum* синтезируют целый комплекс токсинов. Среди них известны фузариевая кислота ($C_{10}H_{13}O_2N$), ликомаразмин ($C_9H_{15}O_7N_3$), аспергилломаразмин А ($C_{10}H_{17}O_8N_3$), аспергилломаразмин В ($C_9H_{14}O_8N_2$), дегидрофузариевая кислота ($C_{10}H_{21}O_2$) [2]. *F. oxysporum* как в культуре, а также *in vivo* способен продуцировать несколько различных по строению метаболитов с фитотоксической активностью.

Фузариевая кислота (5*n*-бутилпиколиновая кислота) вызывает увядание различных видов растений, обладая широким спектром токсического действия. Она оказывает влияние на активность окислительно-восстановительных ферментов, увеличивает проницаемость клеточных мембран, что приводит к нарушению осмотического давления и тургора клетки.

В работе [3] указывается, что *F. oxysporum v. orthoceras* может синтезировать до 300–1200 мг/л фузариевой кислоты. Кроме того, установлена прямая зависимость между содержанием данного токсина в фильтрате гриба и общей фитотоксической активностью патогена ($r = 0,85-0,86$).

В ранее проведенных нами исследованиях была проанализирована белорусская популяция *F. oxysporum f. sp. lycopersici* на основании культуральных признаков и патогенности [4]. Целью настоящей работы явилось изучение фитотоксической активности как одного из признаков, характеризующих внутривидовую неоднородность патогена.

Материал и методика

Материалом исследования служили моноспоровые изоляты Т1–Т18 *F. oxysporum f. sp. lycopersici*. Для изучения их токсинообразующей способности применяли метод поверхностного культивирования на жидкой среде Чапека [5]. Срок культивирования – 20 сут. Фузариевую кислоту определяли спектрофото-

метрически по методике Оголовец и Пономаревой (1966) [3], наличие углеводов – по реакции с α -нафтолом [6], количество белка измеряли по широко распространенному методу Лоури [7].

Результаты и их обсуждение

Фитотоксическую активность изолятов *F. oxysporum f. sp. lycopersici* определяли по их способности синтезировать фузариевую кислоту в условиях чистой культуры. Данные, отражающие присутствие фузариевой кислоты в 20-суточной культуральной жидкости изолятов, а также концентрацию токсина, приведены в таблице.

Анализ состава культуральной жидкости изолятов *F. oxysporum f. sp. lycopersici*

Изолят	Фактор разбавления	ΔE_{254} [3]	Концентрация	
			фузариевой кислоты, мкг/мл	белка, мг/мл
T1	50	0,299	587,54	0,22
T2	50	0,119	233,84	0,19
T3	50	0,119	232,86	0,19
T4	50	0,118	231,87	0,10
T5	50	0,113	221,65	0,19
T6	50	0,310	609,15	0,16
T7	50	0,209	410,69	0,19
T8	12,5	0,059	28,98	0,16
T9	12,5	0,128	62,88	0,13
T10	12,5	0	0	0,42
T11	50	0,077	151,31	0,16
T12	50	0,181	355,66	0,16
T13	50	0,155	304,58	0,22
T14	50	0,107	210,26	0,22
T15	50	0,111	217,14	0,19
T16	50	0,114	224,01	0,16
T17	50	0,117	229,91	0,19
T18	50	0,187	367,50	0,19

Установлено, что практически все изучаемые изоляты фузариума (за исключением T10) в условиях чистой культуры способны синтезировать фузариевую кислоту. В целом концентрация токсина в среде Чапека варьировала от 28,98 до 609,15 мкг/мл. Максимальное его содержание отмечено для изолятов T1, T6 и T7, а у 67 % – колебалось в среднем от 150 до 367 мкг/мл.

В работе [4] отмечается, что изоляты T1, T6 и T7 относятся к высокопатогенным. Их способность поражать растения томата восприимчивого сорта Перамога 165 соответствует 4,2–5,0 баллам (по 5-балльной шкале). Вместе с тем в эту же группу патогенности входит и изолят T10, у которого не выявлена продукция фузариевой кислоты.

В проведенных нами ранее исследованиях изучена фитотоксическая активность культуральной жидкости этих же изолятов фузариума. Критерием оценки служили показатели прорастания семян и роста корней при непосредственном воздействии токсичных метаболитов. Установлено, что культуральные жидкости изолятов T1, T6, T7 и T10 вызывали близкое по значению снижение всхожести семян (20–32 %) и вошли в одну группу изолятов по степени ингибирования этого показателя [8]. В этой связи можно предположить, что фитотоксическая активность патогена может быть обусловлена не только наличием фузариевой кислоты, но и веществами иной природы.

В составе культуральной жидкости всех изолятов *F. oxysporum f. sp. lycopersici* были найдены также белки и углеводы, причем наибольшее содержание белка обнаружено в культуральной жидкости изолята T10, у которого не выявлена способность к синтезу фузариевой кислоты в условиях чистой культуры. У 84 % изолятов количественное содержание белка составляет 0,16–0,22 мг/мл.

Таким образом, фитотоксическая активность изолятов возбудителя фузариозного увядания томата может быть обусловлена комплексом таких веществ, как фузариевая кислота, белки, полисахариды и др.

1. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. М., 2001. С. 8.
2. Sutherland M. L., Pegg G. F. // *Physiol. and Mol. Plant Pathol.* 1995. Vol. 46. № 3. P. 243.
3. Половинко Г.П. // *Микробиол. журн.* 1979. Т. 41. № 5. С. 504.
4. Пискун С.Г., Поликсенова В.Д., Анохина В.С. // *Вестн. Белорус. ун-та Сер. 2.* 2002. № 3. С. 36.
5. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Киев, 1982.
6. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии. Мн., 1972. С. 177.
7. Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. // *J. Biol. Chem.* 1951. Vol. 193. P. 265.
8. Пискун С.Г., Поликсенова В.Д., Анохина В.С., Тимошенко М.К. // *Вестні НАН Беларусі. Сер. біял. навук.* 1998. № 1. С. 51.

Поступила в редакцию 18.03.2003.

Светлана Георгиевна Пискун – ассистент кафедры ботаники.

Валентина Дмитриевна Поликсенова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой ботаники.

Вера Степановна Анохина – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики.

УДК 595.426

Э. БЕСЯДКА, М. ЦИХОЦКА, М.Д. МОРОЗ, Ю.Ф. МУХИН

НОВЫЕ ВИДЫ ВОДНЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARI: HYDRACARINA) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

The fauna of water mites of the Hydrobiological Reserve "Dikoe" was investigated. The 22 species of water mites revealed. It was concluded that a diversity of water mite species composition is relatively high. Among them *Hydrachna processifera* KOENIKE, 1903; *Arrenurus tetracyphus* PIERSIG, 1894 and *Piona carnea* (KOSCH, 1836) are new species for the fauna of Belarus.

Задачи изучения и контроля среды обитания многих видов животных предполагают уточнения их ареалов. Динамика границы позволяет судить об изменениях окружающей среды прежде, чем эти изменения станут необратимыми. С этой целью во многих странах, в том числе и в Беларуси, ведется интенсивное изучение и картирование ареалов для уточнения современных границ распространения живых организмов.

Сведения по фауне и распространению водных клещей, обитающих в Беларуси, все еще ограничены, так как изучение этой таксономической группы начато относительно недавно [1–8].

Исследования проводились на территории республиканского гидрологического заказника "Дикое" в июне и августе 2000 г. Заказник образован в 1968 г. (7400 га) и расположен на водоразделе рек Ясельда и Нарев. С севера и запада территория заказника проходит по границе Государственного национального парка "Беловежская пуща". Основу заказника составляют переходные болота. Осоковое низинное болото занимает по площади 2400 га, остальная часть массива занята верховыми болотами, островными лесами и кустарниками. Растительность низинного участка представлена чередованием большого количества различных ассоциаций, среди которых по проективному покрытию преобладают ассоциации с доминированием *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. diandra*, *Calamagrostis neglecta*. Напочвенный покров состоит из мозаичных комплексов настоящих мхов: *Scorpidium scorpioides*, *Meesea triquetra*, *Calliergon giganteum*, *Drepanocladus vernicosus* и ряда других видов [9]. Средняя глубина торфяной залежи 1,41 м, максимальная глубина около 3 м. Верхний слой представлен осоковым и осоково-гипновым торфом, который образует подтопленный плавающий зыбун толщиной 30–40 см, оторвавшийся от подстилающей его торфяной залежи. Питание болота в основном грунтовое. Уровень воды в нем практически постоянный и поддерживается на уровне поверхности почвы. Грунтовые воды в восточной части болота сильно понизились в связи с осушением восточной части болотного массива. По территории болота проходят 5 каналов, проложенных в основном в ходе мелиорации в 1940-х гг.

Всего за время исследований были обнаружены 22 вида водных клещей, 3 из которых оказались новыми для фауны Беларуси: *Hydrachna processifera* KOENIKE, 1903; *Arrenurus tetracyphus* PIERSIG, 1894 и *Piona carnea* (KOSCH, 1836).

***Hydrachna processifera* KOENIKE, 1903.** Палеарктический вид. Отмечен в Испании, Франции, Германии, Дании, Швеции, Украине, Польше, Латвии, Литве, России (Европейская часть, на восток до Якутии). Не редок. Вид предпочитает болота, небольшие, заросшие макрофитами озера, лужи и каналы [10, 11].

Материал: 27.05.2000 г. 1 дейтонимфа в небольшом пруду у канала Мотылев Ров в окр. нас. пункта Выброды (Брестская обл., Пружанский р-н).

***Arrenurus tetracyphus* PIERSIG, 1894.** Европейский вид. Обитает в Англии, Франции, Германии, Дании, Швеции, Польше, Латвии, Литве, Украине и России. Предпочитает мелкие стоячие водоемы, личинки паразитируют на стрекозах [10].

Материал: 15.08.2000 г. 1 самка в Котрынском канале в окр. нас. пункта Юзефин (Брестская обл., Пружанский р-н).

***Piona carnea* (C.L. KOCH, 1836).** Голарктический вид. Распространен во всей Европе, в Палестине, на Кавказе, в Армении, России (на восток до Сахалина и Курильских островов), Северной Америке. Обычен. Вид предпочитает мелкие, большей частью стоячие, водоемы [10].

Материал: 15.08.2000 г. 1 самец в р. Нарев в окр. нас. пункта Юзефин (Брестская обл., Пружанский р-н).

Учитывая, что территория гидрологического заказника "Дикое" в 1999 г. была присоединена к Государственному национальному парку "Беловежская пуца" (7781 га), представляет интерес также распределение собранных водных клещей по типам биотопов (водоемам).

По результатам исследований в р. Нарев нами были обнаружены 10 видов гидракарин: *Hygrobates longipalpis* HERMANN; *Arrenurus batillifer* KOENIKE; *Arrenurus bruzelii* KOENIKE; *Arrenurus cuspidator* MULLER; *Arrenurus maculator* MULLER; *Limnesia undulata* MÜLLER; *Piona carnea* KOCH; *Pionopsis lutescens* HERMANN; *Piona nodata* MULLER; *Hydrachna incognita* VAJNSTEIN. Тогда как в старице р. Нарев были отмечены только *Limnesia fulgida* KOCH; *Piona coccinea* KOCH и *Arrenurus bruzelii* KOENIKE.

В пруду в окрестности населенного пункта Выброды были пойманы *Hydrachna processifera* KOENIKE; *Piona nodata* MÜLLER; *Pionopsis lutescens* HERMANN; *Acercus latipes* MÜLLER; *Arrenurus maculator* MULLER; *Arrenurus integrator* MÜLLER; *Arrenurus bifidicodulus* PIERSIG; *Arrenurus inexploratus* VIETS; *Arrenurus bruzelii* KOENIKE; *Arrenurus batillifer* KOENIKE.

Для каналов Мотылев Ров и Котрынский нами были отмечены следующие виды: *Eylais emarginata* PIERSIG; *Eylais tantilla* KOENIKE; *Tiphys torris* MULLER; *Arrenurus batillifer* KOENIKE; *Arrenurus bruzelii* KOENIKE; *Arrenurus cuspidator* MULLER; *Arrenurus inexploratus* VIETS и *Arrenurus integrator* MÜLLER.

В болотных экосистемах обнаружены только три вида гидракарин: *Arrenurus tetracyphus* PIERSIG; *Eylais tantilla* KOENIKE и *Limnesia maculata* MULLER.

Доминирующим видом водно-болотного комплекса оказался *Arrenurus batillifer* KOENIKE – 24,21 % от общего количества всех собранных водных клещей. *Arrenurus batillifer* является европейским видом, обитает во всей Европе, Украине, Европейской части России [10] и предпочитает заросшие водной растительностью стоячие водоемы. Субдоминантом был *Arrenurus bruzelii* KOENIKE – 21,11 %, распространенный во всей Европе, Северной Африке, на Азорских островах, в Украине и Европейской части России [10]. Как и предыдущий вид, *Arrenurus bruzelii* предпочитает небольшие стоячие водоемы, в том числе болотного типа.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что видовое разнообразие водных клещей ландшафтного заказника "Дикое" относительно богато. Можно утверждать, что формирование фауны гидракарин разных водных биотопов этой территории произошло в основном под преобладающим влиянием экосистем болотного типа.

Выявленный в настоящее время видовой состав водных клещей еще нельзя считать полным. Дальнейшие исследования позволят значительно

пополнить приведенный в данном сообщении список видов, а также получить дополнительные сведения по их распределению в водоемах.

Изучение водных беспозвоночных проводилось в рамках международного совместного проекта Республиканской общественной организации "Охрана птиц Беларуси", Королевского общества защиты птиц (Великобритания) и Программы развития ООН "Разработка планов управления ключевыми низинными болотами Полесья в целях сохранения биологического разнообразия" при поддержке Британского фонда "Дарвинская инициатива".

1. Мухин Ю. Ф. // Проблемы изучения, сохранения и использования биологического разнообразия животного мира: Тез. докл. Мн., 1994. С. 87.
2. Он же // Сохранение биологического разнообразия Белорусского Поозерья: Тез. докл. Витебск, 1996. С. 147.
3. Nesterovich A. // *Супоэсія*. 1996. № 5. Р. 79.
4. Мухин Ю. Ф., Мороз М. Д. // *Весті АН Беларусі. Сер. біял. навук.* 1997. № 1. С. 108.
5. Бесядка Э., Цихоцка М., Мороз М. Д. // Современные проблемы изучения, использования и охраны природных комплексов Полесья: Тез. междунар. докл. Мн., 1998. С. 205.
6. Бесядка Э., Цихоцка М. // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси: Тез. докл. VIII Зоол. науч. конф. Мн., 1999. С. 212.
7. Мухин Ю. Ф. // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси: Тез. докл. VIII Зоол. науч. конф. Мн., 1999. С. 246.
8. Бесядка Э., Цихоцка М., Мороз М. Д. // *Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук.* 2001. № 4. С. 105.
9. Пидопличко А. П. Торфяные месторождения Белоруссии. Мн., 1961.
10. Соколов И. И. Фауна СССР. Паукообразные. Т. 5. Вып. 2. *Hydracarina* – водяные клещи. М.: Л., 1940.
11. Тузовский П. В. Определитель дейтонимф водяных клещей. М., 1990.

Поступила в редакцию 17.01.2002.

Эвгениуш Бесядка – профессор, доктор Варминско-Мазурского университета (г. Ольштын, Польша).

Мария Цихоцка – доцент, доктор Варминско-Мазурского университета (г. Ольштын, Польша).

Михаил Дмитриевич Мороз – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института зоологии НАН Беларуси.

Юрий Федорович Мухин – научный сотрудник Института зоологии НАН Беларуси.

УДК 598.422:581.524

Д.А. ГОНЧАРОВ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧАЙКОВЫХ ПТИЦ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ИХ ГНЕЗДОВЫХ СТАЦИЙ

In the article results of the researches which have been carried out in colonies of Black-headed Gulls and Herring Gulls on islands of a water basin Vilejka and lake Snudy are submitted. With application of a method χ^2 authentic excess of height and a projective covering of vegetation in places of nest sites of Gulls above these parameters measured on background sites is shown.

The data on specific structure of plant communities in nest sites of Gulls are given.

Вопросы, посвященные воздействию чайковых птиц на растительность, нашли отражение в ряде работ [1–5]. Это воздействие может быть как стимулирующим, так и подавляющим в зависимости от интенсивности внесения птицами продуктов жизнедеятельности в их гнездовые станции и в результате механического воздействия.

Растительность в местах гнездования чайковых служит укрытием для птенцов (ремизные растения) [6], выполняет роль визуальных барьеров, являющихся коммуникативным ограничителем [7], что влияет на размещение гнезд. При чрезмерном развитии растительность затрудняет доступ к гнездам, в результате чего птицы вынуждены менять места их расположения [8].

Целью данной работы было выявление особенностей структуры фитоценозов гнездовых станций чайковых птиц, обусловленных их деятельностью. Призна-

ками, отражающими интенсивность влияния птиц, могут быть различия в высоте растительности и проективном покрытии ею их гнездовых стаций и фоновых участков, а также наличие в фитоценозах гнездовых стаций растений, на которые жизнедеятельность птиц оказывает стимулирующее влияние (орнитофильные растения) [4, 9].

Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси Д.И. Третьякову за помощь в определении растений.

Материал и методика

Исследования проводились на двух островах, один из которых расположен на Вилейском водохранилище у д. Сосенка (Минская обл., Минский р-н), второй (о-в Лакино) – на оз. Снуды (Витебская обл., Браславский р-н).

Воздействие чаек на фитоценозы этих островов происходит в течение длительного времени. Так, в 1977 г. на острове у д. Сосенка гнездились 1050 пар озерных чаек (*Larus ridibundus* L.), в 1982 г. – 2270 пар [10], в 1992 г. – 3040 пар, а численность гнездящихся серебристых чаек на о-ве Лакино в 1996 г. составляла 139 пар [11].

Для оценки проективного покрытия применялись шкалы Л.Г. Раменского [12]. При обработке данных использовался критерий соответствия χ^2 [13]. В качестве нулевой гипотезы принималось предположение об отсутствии влияния чайковых птиц на растительность.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что в местах гнездования озерных чаек на острове у д. Сосенка высота и проективное покрытие растительности достоверно больше, чем на фоновых участках (соответственно $\chi^2=8,19$; $df=3$; $p<0,05$ и $\chi^2=15,02$; $df=3$; $p<0,01$; нулевая гипотеза отбрасывается в обоих случаях).

На о-ве Лакино в гнездовых стациях серебристых чаек выявлено достоверное превышение высоты и проективного покрытия растительности над данными показателями, определенными на фоновых участках (соответственно $\chi^2=11,80$; $df=3$; $p<0,01$ и $\chi^2=9,63$; $df=3$; $p<0,025$; нулевая гипотеза также отбрасывается и в том и в другом случае). Таким образом, разница между фактическими и теоретически ожидаемыми результатами является значимой, что доказывает несомненное влияние чаек на высоту и проективное покрытие растительности. С этим согласуются данные о превышении над фоном содержания азота и фосфора в почве гнездовых стаций в 4,3 и 6,5 раза – озерных чаек и в 1,1 и 1,3 раза – серебристых чаек [14, 15].

В табл. 1, 2 приводится ряд фоновых видов сорных растений, которые в условиях колониальных поселений чайковых птиц, вероятно, могут рассматриваться как орнитофильные. Их видовые названия приведены по сводке [16].

Таблица 1

Фоновые виды сорных растений гнездовых стаций озерных чаек на острове у д. Сосенка Вилейского водохранилища

Русское название	Латинское название
Иван-чай узколистный	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.
Крапива двудомная	<i>Urtica dioica</i> L.
Льнянка обыкновенная	<i>Linaria vulgaris</i> L.
Мелкопестичек канадский	<i>Coniza canadensis</i> (L.) Cronq.
Пикульник обыкновенный	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.
Полынь обыкновенная	<i>Artemisia vulgaris</i> L.
Пырей ползучий	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski
Синяк обыкновенный	<i>Echium vulgare</i> L.
Скерда кровельная	<i>Crepis tectorum</i> L.
Трехреберник обыкновенный	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.
Щавель малый	<i>Rumex acetosella</i> L.

Таблица 2

**Фоновые виды сорных растений гнездовых стаций серебристых чаек
на о-ве Лакино оз. Снуды**

Русское название	Латинское название
Василек шероховатый	<i>Centaurea scabiosa</i> L.
Короставник полевой	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.
Льнянка обыкновенная	<i>Linaria vulgaris</i> L.
Молочай лозный	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.
Пастушья сумка	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.
Полынь обыкновенная	<i>Artemisia vulgaris</i> L.
Сурепка обыкновенная	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.
Тысячелистник обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i> L. s. str.

Как видно из представленных данных, общим для комплекса видов сорных растений гнездовых стаций озерных и серебристых чаек в местах проведения исследований является наличие полыни обыкновенной и льнянки обыкновенной как наиболее эвритопных.

Следует отметить, что различия фитоценозов разнотипных островов на водоемах разного происхождения могут быть весьма существенными, что является предметом отдельного исследования. В нашу же задачу входило выявление орнитофильных растений, общими особенностями которых являются заселение почв с повышенным содержанием биогенных элементов и устойчивость к механическому воздействию со стороны чаек [5], что свойственно ряду рудеральных видов.

Растения, обычные для сорных мест с повышенной трофностью почв, в том числе рудеральные, характерны и для мест гнездования чайковых птиц. Их присутствие является косвенным подтверждением влияния чаек на химический состав почвы и через него на структуру фитоценозов их гнездовых стаций.

1. Ардамацкая Т. Б. // Структура и функционально-биоценотическая роль животного населения суши. М., 1967. С. 113.
2. Бреслина И. П., Карпович В. Н. // Бот. журн. 1969. Т. 54. № 5. С. 690.
3. Частихина С. А. // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 4. С. 84.
4. Зеленская Л. А. // Экология. 1995. № 5. С. 395.
5. Bukacinski D., Rutkowska A., Bukacinska M. // Ann. bot. fenn. 1994. Vol. 31. № 4. P. 233.
6. Бреслина И. П. Растения и водоплавающие птицы морских берегов Кольской Субарктики. Л., 1987.
7. Сиохин В. Д., Черничко И. И., Ардамацкая Т. Б. и др. Колониальные гидрофильные птицы юга Украины: Ржанкообразные. Киев, 1988.
8. Будрис Р. Р., Синкявичюс С. // Тезисы докладов XI Прибалтийской орнитологической конференции. Таллин, 1983. С. 63.
9. Бреслина И. П. // Экология. 1979. № 2. С. 42.
10. Наумчик А. В. // Биологические основы освоения, реконструкции животного мира Белоруссии: Тез. докл. V Зоол. конф. Мн., 1983. С. 126.
11. Дорофеев А. М., Наумчик А. В. // Охраняемые природные территории и объекты Белорусского Поозерья: современное состояние, перспективы развития: Тез. конф. Витебск, 1997. С. 70.
12. Раменский Л. Г. Избранные работы. Л., 1971.
13. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1979.
14. Гончаров Д. А. // Фауна и экология птиц бассейна реки Западная Двина: Материалы междунар. науч. конф., 5–7 дек. 2000 г. Витебск, 2000. С. 14.
15. Он же // Озера Белорусского Поозерья: Современное состояние, проблемы использования и охраны: Материалы междунар. науч. конф., 23–25 нояб. 1999 г. Витебск, 1999. С. 54.
16. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Мн., 1999.

Поступила в редакцию 29.11.2002.

Дмитрий Анатольевич Гончаров – научный сотрудник кафедры зоологии.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО РАВНОВЕСИЯ ВОДЫ НА ПОВЕДЕНИЕ МОЛЛЮСКА *LYMNAEA STAGNALIS*

Respiration, locomotion, feeding, research and defensive behavior of the fresh water pond snail *Lymnaea stagnalis* were studied. At low water pH meaning (6,0), in comparison with alkaline (8,0) conditions, defensive activity was enhance as well as modulation of lung respiration was observe. There were no changes in locomotion, feeding and research behavior. It's hypothesized, that mentioned above modulation of the *Lymnaea* behavioural activity realized through H⁺-sensitive structures in the mollusk's skin.

Пресные воды являются важнейшей средой обитания организмов. Гидрографическая сеть Республики Беларусь состоит из множества рек и ручьев, суммарная протяженность которых составляет 90,6 тыс. км, озер с общей площадью зеркала 1,6 тыс. км² [1], а также созданных человеком искусственных водоемов: водохранилищ, прудов, судоходных и мелиоративных каналов. Одним из показателей, определяющих состояние пресноводных экосистем, является активная реакция (рН) воды. Ее значение определяется абиотическими (температура, степень минерализации) и биотическими (содержание органического растительного вещества) факторами. Антропогенное эвтрофирование водоема неизбежно приводит к изменению рН воды.

Пресноводный легочный моллюск *Lymnaea stagnalis* обладает небольшим набором стандартных поведенческих реакций, изучать которые методически довольно просто. Кожные покровы беспозвоночных (червей, моллюсков) свободно проницаемы для небольших ионов: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Al³⁺ [2, 3]. Можно предположить, что протон (H⁺) также обладает аналогичным свойством. Изменение рН внутренней среды организма (гемолимфы) моллюска отражается на электрофизиологических параметрах нервных клеток, что приводит к перестройке различных форм поведения улитки. Проверке данной гипотезы и посвящена настоящая работа.

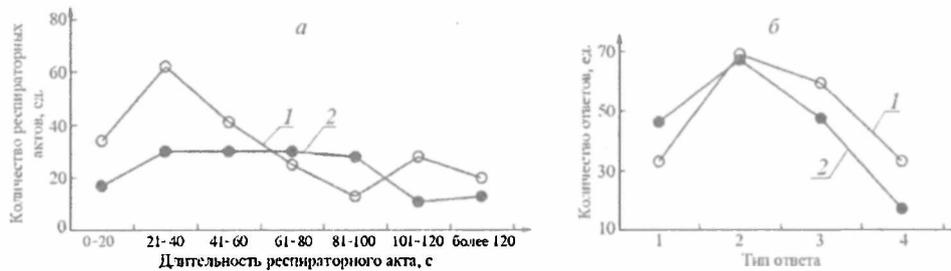
Материал и методика

Работа выполнена на представителе пресноводных легочных моллюсков – прудовике обыкновенном (*Lymnaea stagnalis*). В лаборатории животные содержались в аквариумах объемом 4 л (по 5 особей в каждом) при температуре воды 24–26 °С (рН 7,0–7,2) и свободном доступе к пище (листья салата и одуванчика), располагавшейся на дне сосуда. За 24 ч до начала экспериментов моллюсков переносили в аквариумы с рН воды 6,0 или 8,0. В качестве буфера использовали трис-(оксиметил)-аминометан (10 мМ), значение рН доводили 0,1 н HCl. Изучали дыхательное, пищевое, оборонительное, исследовательское и локомоторное поведение *Lymnaea stagnalis* по методикам, приведенным в работах [4, 5]. По окончании поведенческих экспериментов сильной тактильной стимуляцией подошвы ноги вызывали реакцию полного втягивания тела (whole-body withdrawal), сопровождающуюся выбросом значительной части гемолимфы. Значение рН полученной пробы объемом 1–2 мл определяли при помощи рН-метра PerpHесТ, Model 310 (ATI Orion, USA) при 25 °С.

Результаты и их обсуждение

Изучение дыхательного поведения показало, что при рН воды 6,0 увеличивается доля коротких респираторных актов (рис. 1 а). Мода распределения дыхательных актов по длительности находится в пределах 20–40 с. Напротив, при рН воды 8,0 мода не выражена. Количество респираторных актов длительностью от 20 до 100 с примерно одинаково в данной группе улиток. В то же время не было выявлено статистически достоверных различий по другим показателям легочной респирации (таблица) у животных, содержащихся при рН воды 6,0 и 8,0. Величина рН также не сказывается на характеристиках исследовательского, локомоторного и пищевого поведения (см. таблицу). В то же время степень выраженно-

сти оборонительного поведения повышается при пониженных значениях (6,0) рН по сравнению с рН воды 8,0 (рис. 1 б). Это выражается в увеличении количества сильных оборонительных реакций (втягивание щупальца и надвигание раковины на передний конец тела) на фоне уменьшения доли слабых ответов, связанных с отклонением щупальца и игнорированием тактильного стимула.



Распределение дыхательных актов по длительности (а) и характер оборонительных реакций в ответ на тактильное раздражение щупальца (б) моллюска *Lymnaea stagnalis* при разной активной реакции (рН) воды:

1 – рН 6,0; $\chi^2 = 23,3$; $P \leq 0,01$; 2 – рН 8,0; $\chi^2 = 7,88$; $P < 0,05$. Типы ответов: 1 – игнорирование стимула, 2 – отклонение щупальца, 3 – втягивание щупальца, 4 – надвигание раковины на передний конец тела

Показатели дыхательного, пищевого, исследовательского и локомоторного поведения *Lymnaea stagnalis* при разной активной реакции (рН) воды

Тип поведения	Активная реакция (рН) воды	
	6,0	8,0
Дыхательное		
Число дыхательных актов, ед./ч	10,2±1,00 (n=20)	7,7±0,70 (n=20)
Длительность респираторного акта, с	65,4±5,76 (n=20)	66,6±5,07 (n=20)
Суммарная длительность респирации, с/ч	582,8±44,04 (n=20)	523,8±57,73 (n=20)
Пищевое		
Количество потребленной пищи, г/ч	0,155±0,0267 (n=19)	0,128±0,019 (n=18)
Количество пищевых отверстий, ед.	5,5±1,13 (n=19)	9,3±1,17 (n=18)
Исследовательское		
Латентный период протракции, с	52,0±12,10 (n=20)	41,2±8,40 (n=20)
Локомоторное		
Время пересечения 5 квадратов (1x1 см), с	68,7±4,40 (n=40)	77,5±3,99 (n=40)

Примечание. Данные представлены в виде $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$.

Анализ гемолимфы выявил достоверные ($P < 0,001$) различия величины кислотно-основного равновесия внутренней среды улитки у животных, содержащихся при разных значениях рН воды. Так, у моллюсков, находившихся в "кислой" (6,0) воде, значение рН гемолимфы составляло $7,31 \pm 0,019$ ($n=85$), а в "щелочной" (8,0) – $7,49 \pm 0,032$ ($n=105$).

Полученные данные свидетельствуют, что, несмотря на отмеченную проницаемость кожных покровов моллюсков для различных ионов, *Lymnaea stagnalis* обладает достаточно эффективным механизмом поддержания постоянства кислотно-основного равновесия внутренней среды организма. Действительно, различие рН гемолимфы моллюсков, содержащихся при разных значениях рН воды (6,0 и 8,0), составляет всего 0,2 единицы. Как известно, у беспозвоночных буферные свойства определяются в основном белками крови, главные из которых – дыхательные пигменты. При этом буферная емкость крови беспозвоночных, как правило, на порядок меньше, чем у млекопитающих, в частности у человека. Однако у животных, раковины которых содержат кальций (в том числе и у *Lymnaea stagnalis*), эта структура служит важным источником щелочи для нейтрализации кислот [2]. Колебания рН гемолимфы в 0,2 единицы недостаточно, чтобы повлиять на электрофизиологические показатели нейронов моллюска [6]. В наших экспериментах изменения претерпевали только те формы поведения (дыхательное и оборонительное) *Lymnaea stagnalis*, в реализации которых важ-

ную роль играют сигналы, поступающие с периферии [3, 7]. Схожий тип реакции на изменение pH среды характерен для дождевых червей, у которых вся поверхность тела обладает чувствительностью к кислотам [8]. Таким образом, изменения pH среды обитания способны модулировать поведение пресноводных легочных моллюсков. Дальнейшее изучение pH-обусловленных реакций *Lymnaea stagnalis* позволит использовать данный вид для оценки экологического состояния пресных вод на территории Республики Беларусь.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Б02М-045).

1. Природа Белоруссии / Гл. ред. И.П. Шамякин. Мн., 1986. С. 599.
2. Сравнительная физиология животных / Под ред. К.Л. Проссера. М., 1977. Т. 2. С. 576.
3. McCrohan C.R., Campbell M.M., Jugdaohsingh R. et al. // Acta Biol. Hung. 2000. Vol. 51. P. 309.
4. Дьяконова В.Е. Регуляторные функции эндогенной опиоидной системы моллюска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1996. С. 25.
5. Sidorov A.V., Gourine V.N. // News of Biomedical Sciences. 2002. № 3. P. 12.
6. Rigdway R.L., Syed N.I., Lukowiak K., Bulloch A.G.M. // J. Neurobiol. 1991. Vol. 22. P. 377.
7. Inoue T., Haque Z., Lukowiak K., Syed N. I. // J. Neurophysiol. 2001. Vol. 86. P. 156.
8. Laverak M. S. // Comp. Biochem. Physiol. 1961. Vol. 2. P. 22.

Поступила в редакцию 07.10.2002.

Александр Викторович Сидоров – кандидат биологических наук, ассистент кафедры физиологии человека и животных.

Ирина Петровна Полянина – студентка 5-го курса биологического факультета.

УДК 574.5(285.2)

А.П. ПАВЛЮТИН

РАДИОАКТИВНОСТЬ ЗАРОСЛЕВЫХ ФОРМ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ НЕПРОТОЧНОГО ОЗЕРА

The radionuclides concentration in animals, who associated with water plants has been investigated. The ^{137}Cs concentration in different species of water animals, measured in 2000 ranged from 1,59–22,85 kBq/kg dw.

In 1986–1987 the ^{137}Cs content in water animals was 12,57–1011,35 kBq/kg dw. The concentration radionuclides in water animal after concentration in formaldehyde decreased on 29–90 %.

Озеро Святское (Гомельская область, Ветковский р-н) расположено в лесном, частично заболоченном водосборе, плотность загрязнения которого в 1987 г. составляла 555–740 кБк/м². Озеро непроточно, простой эллипсообразной формы, ориентировано продольной осью с севера на юг, площадь составляет 7,9 га, максимальная, нарастающая к центру глубина – 11 м. При сравнительно небольшой площади и значительной глубине в озере большую часть года наблюдается вертикальная температурная стратификация водной массы, нарушаемая лишь в короткие промежутки весенней и осенней циркуляции.

По всему периметру водное зеркало окружено поясом высшей водной растительности шириной от 4 до 15 м. Доминирующими видами водных растений являются *Carex rostrata* L., *Glyceria aquatica* Waehb., *Equisetum fluviatile* L., *Phragmites communis* Trin и *Typha angustifolia* L. Площадь, покрытая макрофитами, составляет 7840 м² [1].

В первые годы после аварии на ЧАЭС в пробах биоты надежно определяли следующие радионуклиды – ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr .*

В пробах биоты определяли общую удельную γ -активность, концентрацию ^{137}Cs и ^{90}Sr . Степень загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr пробы отра-

* Определение γ -излучателей проводили на кафедре ядерной физики, ^{90}Sr – на кафедре радиохимии БГУ. В дальнейшем, когда из γ -излучателей остался по преимуществу ^{137}Cs , определение проводили в лаборатории гидроэкологии БГУ на γ -спектрометре с детектором NaI(Tl) 120 x 140 мм и амплитудным анализатором АИ-1024-95.

жает отношение концентрации этих радионуклидов к общей удельной γ -активности (табл. 1).

Таблица 1

Содержание радионуклидов в биоте оз. Святское, кБк/кг сухого вещества (июнь 1987 г.)

Вид	γ -Активность	^{106}Ru	$^{134+137}\text{Cs}$	^{90}Sr	^{106}Ru / γ -активность, %	$^{134+137}\text{Cs}$ / γ -активность, %	^{90}Sr / $^{134+137}\text{Cs}$, %
Сетной планктон	102,49	4,44	97,68	–	4,30	95,30	–
<i>Rotatoria</i>	42,92	30,34	12,57	–	70,07	29,28	–
<i>Diaptomus graciloides</i> L.	47,36	2,96	43,66	–	6,25	99,19	–
<i>Aseilus aquaticus</i> L.	53,65	27,01	25,16	–	50,34	46,87	–
Экзвии стрекоз	183,52	90,28	93,98	–	49,26	50,21	–
<i>Aeshna</i> sp.	107,67	17,02	86,58	–	15,80	80,40	–
<i>Limnea stagnalis</i> L.	89,54	12,21	77,33	37,0	13,63	86,36	47,86
<i>Limnea auricularia</i> L.	74,74	7,77	66,65	19,60	10,4	89,10	29,41
<i>Rutilus rutilus</i> L.	358,16	0	355,94	81,40	0	99,38	2,3
<i>Tinca tinca</i> L.	215,34	10,25	207,2	5,20	4,76	96,22	2,5
<i>Perca fluviatilis</i> L.	395,90	24,79	368,52	14,10	6,26	93,08	3,83
<i>Esox lucens</i> L.	1047,10	32,52	1011,35	12,20	3,33	96,58	1,21
<i>Rana temporaria</i> L.	51,80	3,70	47,36	3,10	7,14	91,42	6,54

В значительной степени (до 50–70 % от общей γ -активности) накапливали Ru экзвии стрекоз, водяные ослики и коловратки, у других исследованных видов этот показатель составлял от 3 до 16 %. γ -Активность большинства видов определялась $^{134+137}\text{Cs}$.

В заметных количествах ^{90}Sr накапливали моллюски и позвоночные. Отношение β -активности ^{90}Sr к γ -активности ^{137}Cs у двух видов прудовиков составило 29 и 48 %, у рыб – 1–4 %. У беспозвоночных (кроме моллюсков) содержание ^{90}Sr было незначительным – меньше 0,1 % (в табл. 1 отмечено прочерком).

Таким образом, γ -активность большинства исследованных видов определялась содержанием $^{134+137}\text{Cs}$. Исключение составляли водяные ослики и коловратки, у которых около 50 % γ -активности создается ^{106}Ru . Большое количество ^{90}Sr накапливается в моллюсках, меньше – в позвоночных животных.

В 2000 г. проводили количественный учет зарослевых форм водных животных, накопления ими ^{137}Cs и снижения его содержания при фиксации проб формалином.

В зарослях макрофитов размечали площадки в 1 м² (10 площадок) и черпаком из металлической сетки тщательно их «выкашивали». Животных фиксировали формалином, затем разбирали по видам, подсчитывали, взвешивали и измеряли концентрацию ^{137}Cs . Для определения радиоактивности животных, не фиксированных формалином, пробы сразу высушивали.

Всего было собрано 15 видов, но расчеты велись по наиболее массовым 11 видам.

Высокую удельную γ -активность имеют мальки линя и головастики (22,85 и 17,28 кБк/кг соответственно) (табл. 2). Далее следуют личинки стрекоз – 11,00 кБк/кг. Сравнительно низкие величины данного показателя у моллюсков (1,69–1,95 кБк/кг) можно объяснить тем, что животных для анализа брали с раковинами, которые незначительно по сравнению с мягкими тканями накапливают ^{137}Cs .

При объеме озера 440 тыс. м³ и концентрации ^{137}Cs 7 кБк/м³ запас цезия в воде равен 3080 МБк. Хотя суммарная γ -активность зарослевых форм без учета зоопланктона и перифитона, которые также служат пищей рыбам, всего 0,35 МБк, они играют важную роль в переносе радионуклидов по пищевым цепям.

Таблица 2

Зарослевые формы водных животных из оз. Святское (июль 2000 г.)

Вид	Биомасса, г/м ³ сырого вещества $\bar{x} \pm SD$	Биомасса, кг сухого вещества в озере	Удельная активность, кБк/кг сухого вещества	Запас ¹³⁷ Cs, кБк в озере
<i>Planorbis planorbis</i> L.	10,11±5,98	23,78	1,59	37,81
<i>Limnea stagnalis</i> L.	3,97±6,72	9,34	1,69	15,78
<i>Viviparus viviparus</i> L.	1,37±2,73	3,22	1,95	6,28
<i>Iliocorus cimicoides</i>	0,67±0,36	1,56	4,42	6,89
<i>Triturus vulgaris</i>	3,69±2,12	8,68	2,78	24,13
<i>Libellula</i> sp. L.	1,54±0,90	3,62	11,00	39,82
<i>Aeshna viridis</i> Eversman	0,29±0,29	0,68	11,00	7,48
<i>Dytiscus</i> sp. (личинки)	2,10±4,12	4,94	6,38	31,52
<i>Rana</i> sp. (личинки)	4,10±6,50	9,64	17,21	165,90
<i>Tinca tinca</i> L. (мальки)	0,32±0,36	0,75	22,85	17,13
<i>Hydrurus flavipus</i>	0,08±0,12	0,19	5,48	1,04

Основным способом сохранения биологических проб, собранных в полевых условиях при отсутствии оборудованного стационара, является их фиксация 4–10 % раствором формальдегида. Это в первую очередь относится к материалу животного происхождения.

При обработке проб, собранных в 1986 и 1987 гг., часть которых была высушена сразу после сбора, а другая – помещена в раствор формальдегида, обнаружили снижение удельной γ -активности в фиксированном материале. Были проведены специальные исследования по выяснению влияния фиксации формальдегидом на удельную γ -активность и содержание радионуклидов в пробах водных животных. Первая серия опытов была поставлена в 1987 г., вторая – в 2000 г., когда в биоте из γ -излучателей присутствовал только ¹³⁷Cs. Время хранения в формальдегиде около 30 сут. Результаты приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Потеря удельной γ -активности и отдельных радионуклидов при фиксации проб формальдегидом (1986–1987 гг.)

Вид	γ -Активность, кБк/кг сухого вещества		Потери в формальдегиде, %					
	без формалина	после формалина	γ -активность	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Ручейники: <i>Limnephilus politus</i> McLachlan	4,07	2,22	45,46	–	–	–	–	–
Ракообразные: <i>Eudiaptomus gracilis</i> Lileborg	155,40	85,1	45,24	–	–	–	–	–
<i>Gammarus pulex</i> Fabricius	22,94	7,77	66,13	77,59	85,19	60,63	66,67	97,50
Моллюски: <i>Limnea stagnalis</i> L. (канал)	11,84	7,77	34,38	–	78,24	–	51,58	–
<i>Limnea stagnalis</i> (оз. Риславское)	84,36	39,22	53,50	43,48	93,4	94,73	42,11	–
<i>Planorbis planorbis</i> L. (оз. Риславское)	100,00	37,37	62,63	–	95,11	–	80,68	–
Рыбы: <i>Rutilus rutilus</i> L.	358,10	55,86	84,40	–	–	52,14	93,20	76,46
<i>Tinca tinca</i> L.	215,34	96,57	55,16	–	–	47,0	80,0	29,29
<i>Esox lucens</i> L.	1047,10	206,83	80,25	–	94,58	57,08	87,1	66,57

При хранении в формальдегиде терялось от 45 до 84 % γ -активности проб, при этом содержание ¹⁰³Ru снижалось на 78–95 %, ¹³⁴Cs – на 47–95 %, ¹³⁷Cs – на 42–93 % и ⁹⁰Sr – на 29–97 %.

Опыты по выяснению влияния фиксации формальдегидом на содержание в пробах радионуклидов были повторены в 2000 г., когда в биоте из γ -излучателей присутствовал только ¹³⁷Cs (см. табл. 4).

Таблица 4

Потеря ^{137}Cs при фиксации проб формальдегидом (2000 г.)

Вид	γ-Активность, кБк/кг сухого вещества		Потери в формальдегиде, %
	без фиксации	после фиксации	
<i>Triturus vulgaris</i> L.	2,78	1,02	63,31
<i>Rana esculenta</i> L. (личинки)	17,21	4,31	74,98
<i>Tinca tinca</i> L. (мальки)	22,85	2,35	89,72
<i>Viviparus viviparus</i> L.	1,95	1,51	22,56
<i>Limnea stagnalis</i> L.	1,69	1,38	18,34
<i>Planorbis planorbis</i> L.	1,59	1,14	28,3
<i>Aechna viridis</i> Eversman	11,00	5,98	45,54
<i>Libelula sp.</i> L.	11,00	5,72	48,00
<i>Dytiscus sp.</i> (личинки)	6,38	1,81	35,26
<i>Iliocorus cimicoides</i> L.	5,67	4,42	22,05

В этой серии при хранении в формальдегиде исследованные виды теряли от 22 до 90 % накопленного ^{137}Cs . Животные, не имеющие хитиновых покровов или раковин (тритоны, головастики, мальки рыб), теряли 63–90 %, другие виды – 22–48 % ^{137}Cs .

Представленные материалы показывают, что радиоактивность зарослевых видов непроточного озера с 1987 до 2000 г. снизилась примерно в 50 раз (см. табл. 1 и 2) и стабилизировалась на высоком уровне (от 1,6 до 22,6 кБк/кг сухого вещества).

Фиксация проб формальдегидом приводит к потерям до 90 % радионуклидов и по этой причине не может быть рекомендована как способ хранения материала, предназначенного для радионуклидного анализа.

1. Павлютин А.П., Бабицкий В.А. // Гидробиол. журн. 1996. Т. 32. № 4. С. 79.

Поступила в редакцию 14.06.2002.

Анатолий Петрович Павлютин – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидроэкологии.



XX ЕВРОПЕЙСКИЙ АРАХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛОКВИУМ

Коллоквиум проходил в г. Самботхей (Венгрия) с 21 по 26 июля 2002 г. На его открытии перед собравшимися выступили организатор Ф. Шаму (F. Samu), представители администрации города и колледжа, в здании которого проходила работа. На участие в коллоквиуме было подано 93 заявки из 29 стран. Беларусь представлял И.Г. Лукашевич со стендовым докладом "Экологическое изучение пауков-волков (*Araneae*, *Lycosidae*) в Центральной Беларуси (сезонная активность и предпочтение мест обитания), проведенное с помощью почвенных ловушек". В докладе была приведена фенология массовых видов пауков сем. *Lycosidae*, обитающих в лесных биотопах. Впервые для территории Беларуси автором указан вид пауков *Pardosa maisa* Hippa & Mannila, 1982. Обнаружение этого вида в нашей стране расширяет его ареал на восток.

Было заслушано 59 докладов на тринадцати секциях, по 3–5 докладов на каждой, которые касались различных сторон изучения арахнид: их поведения, экологии, анатомии, морфологии и систематики, биогеографии и экофизиологии. Многие доклады имели комплексный характер.

Первый пленарный доклад, сделанный И. Либиным (Y. Lubin, Израиль), на тему "Инбридинг и эволюция социальности у пауков" вызвал большой интерес. Автор показал, что у социальных пауков, строящих общие сети, может наблюдаться близкородственное скрещивание, или инбридинг, что приводит к переходу аллелей в гомозиготное состояние и, следовательно, к снижению их жизнестойкости (инбридинговая депрессия). Однако инбридинговая депрессия менее опасна для них, чем поиск неблизкородственного партнера, так как самец может и не найти самку или вообще быть уничтоженным во время своих поисков. У субсоциальных пауков было обнаружено только одно негативное последствие инбридинга – уменьшение размера тела самцов. Вместе с тем известно, что в результате естественного отбора преимущества при спаривании получают пауки более крупных размеров. Таким образом, можно считать, что эволюция пауков направлена против близкородственного скрещивания.

В коллективной работе австрийских зоологов (Bruce et al.) "Визуальные сигналы у пауков-кругопрядов" внимание было сосредоточено на феномене использования пауками-кругопрядами украшений для паутины. Дело в том, что некоторые виды пауков применяют визуальные сигналы с целью добычи пищи, используя существующие сенсорные предпочтения потенциальной жертвы. Однако эти сигналы увеличивают вероятность обнаружения пауков хищниками, а также приводят к возрастанию уровня расхода энергии. В то же время украшения сети в определенной степени защищают паука от хищников, затеняя его местоположение или создавая иллюзию более крупной особи. Таким образом, визуальные сигналы имеют двойственный эффект, привлекая не только жертву, но и хищника.

Б. Кисс (B. Kiss, Венгрия) выступил с докладом "Второе факультативное поколение у паука-волка *Pardosa agrestis* (*Lycosidae*). Жизненный цикл и используемый биотоп", посвященным агроэкологии пауков. Им было установлено, что в определенных условиях данный вид может иметь две генерации в течение года, что рассматривается как возможный первый шаг в адаптации к заселению пауками *P. agrestis* эфемерных биотопов.

Два доклада были посвящены изучению аранеофауны болот. С. Копонен (S. Koronen, Финляндия) в сообщении "Микробиотопические различия в сообществе пауков, населяющих болота" и П. Гайдос (P. Gajdos, Словакия) в докладе "Пауки (*Araneae*) экосистем болот в области Ногна Орava" охарактеризовали комплексы пауков, обитающих на болотах. Исследования фауны болот в европейских странах проводятся уже более двадцати лет. Издано множество работ по данной тематике. К сожалению, в Беларуси, где большую часть территории занимают разнообразными по характеру и происхождению болота, специальные исследования до сих пор почти не проводились, поэтому для белорусских зоологов есть большое поле деятельности.

М. Хатзаки (M. Chatzaki, Греция) в докладе "Почвенные пауки Крита (*Araneae*, *Gnaphosidae*): таксономия и распределение" привела новые данные о фауне гнафозид Крита и описание восьми новых для науки видов пауков.

Кроме устных сообщений, на коллоквиуме были представлены стендовые доклады, с которыми могли ознакомиться все участники.

В первые два дня после работы секций жюри проводилась оценка стендовых докладов. В обсуждении принимали участие и авторы докладов. Такая организация работы позволила более детально обсудить наиболее интересные вопросы и проблемы.

Участникам была предоставлена возможность приобрести ксерокопии работ, а также купить книги участников данного коллоквиума и материалы предыдущих коллоквиумов, каталоги пауков.

25 июля состоялась Генеральная ассамблея Европейского арахнологического общества. Был заслушан отчет секретаря общества о работе, проделанной за 2002 г., затем состоялось принятие новых членов. Далее на повестке дня были рассмотрены два вопроса: о рассылке членам общества материалов коллоквиумов и о месте и сроках проведения следующего арахнологического форума.

По первому вопросу большинство присутствующих проголосовали за рассылку материалов коллоквиумов только их участникам.

По второму вопросу выступил Ю.М. Марусик (Россия). Было одобрено его предложение провести следующий коллоквиум в Санкт-Петербурге (Россия) в середине августа 2003 г.

26 июля состоялось награждение организаторов коллоквиума и студентов, победивших в конкурсе на лучший стендовый доклад. Первое место было присуждено М. Битениекуте (M. Biteniekyte, Литва) за сообщение "Исследование вертикального распределения и активности пауков на сфагновых кочках верховых болот".

24 июля состоялась экскурсия на оз. Ферто с посещением Национального парка. Участникам коллоквиума была предоставлена возможность сбора материала, для чего организаторы обеспечили их всем необходимым оборудованием.

И.Г. Лукашевич

Рецензии



Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский, А.П. Лихацевич, А.С. Мееровский, С. Юрчук, Я. Островский. Мн.: Хата, 2002. 280 с.

Монография «Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше» – это результат многолетних научных исследований известных ученых ведущих научно-исследовательских институтов Беларуси и Польши по вопросам мелиорации и использования осушенных земель (Белорусского НИИ мелиорации и луговодства и Института мелиорации и луговодства Польской академии наук).

Беларусь и Польша характеризуются близкими природными, в особенности почвенно-климатическими, условиями. Поэтому опыт проведения мелиоративных работ и результаты научных исследований сопоставимы и могут быть использованы как в Польше и Беларуси, так и в других странах ближнего и дальнего зарубежья.

Монография состоит из двух частей: одна написана белорусскими авторами на местном материале и другая выполнена польскими учеными по материалам исследований в Польше.

Определяющим моментом в этой совместной работе выступают принципиальные различия в главных направлениях мелиоративных работ. В Беларуси с 1920-х гг. велось интенсивное с глубоким понижением уровня грунтовых вод осушение земель с целью их последующего использования в севооборотах с набором различных сельскохозяйственных культур: от пропашных до многолетних трав. В Польше же традиционно проводилось неинтенсивное осушение преимущественно под луговые угодья.

В связи с этим негативные изменения осушенных территорий в Беларуси носят более радикальный характер, чем в Польше, где они не столь существенные и проявляются в меньшей мере.

В книге с объективных позиций дана реальная оценка состояния осушенных болотных комплексов, показаны положительные и отрицательные стороны мелиорации и ее

последствий на экологическую ситуацию конкретных регионов.

Отмечается, например на с. 47, что интенсивной сработке (деградации) торфяных почв в Беларуси, особенно в последние годы, при переходе к рыночной экономике и в отсутствие надлежащего контроля со стороны государственных органов способствовало нерациональное их использование, противоречащее принятым в республике направлениям и рекомендациям. Возделывание в отдельных районах на преимущественно мелкозалежных торфяниках вместо многолетних трав коммерчески выгодных пропашных культур существенно ускоряет их деградацию.

Констатируется, что идея неуклонного роста плодородия при сработке торфяных почв является ошибочной (с. 43). Авторы дают обстоятельную характеристику торфяного фонда и комплексов Беларуси и Польши, в том числе и в виде таблиц по торфяным ресурсам. В Беларуси, например, торфяники занимают 2939 тыс. га, из них в составе земельного фонда находится 1085,1 тыс. га торфяных почв. В Польше же торфяной фонд составляет 1358,6 тыс. га, в луговое использование находится 960 га.

В монографии приводятся классификации торфяных почв. Согласно польской классификации, гидроморфные почвы подразделяются на болотные и постболотные (преобразованные под влиянием мелиорации и освоения). Весьма интересным в плане практического использования представляется деление гидроморфных почв по их водоудерживающим свойствам и формированию водного режима с учетом ботанического состава, степени разложения и мощности торфяного слоя. Выделено семь классификационных групп влагопочвенных комплексов: переувлажненный, периодически переувлажненный, влажный, периодически засушливый, периодически сухой и сухой.

Изменение водного режима при понижении уровня грунтовых вод в болотных почвах влияет на условия их функционирования и направления почвообразовательных про-

цессов. Осушенные торфяные комплексы становятся экологически неустойчивыми и подверженными резким изменениям и преобразованиям из аккумулятивных в элювиальные. Вместо процесса накопления торфа, составляющего менее 1 мм в год, происходит интенсивная сработка и уменьшение его мощности (в Польше применяется термин «осадка») в результате минерализации, ветровой эрозии и физического уплотнения.

Авторами приведен обширный фактический материал по сработке торфяных почв в интервалах 0,5–11,0 см в год и более при характерных для Польши величинах 0,5–2,0 и для Беларуси 1–3 см в год (с. 233–240). Представлены многочисленные данные, подтверждающие зависимость сработки торфа от уровня грунтовых вод и характера его использования: луга на торфяниках уменьшают сработку в 2–3 раза по сравнению с посевами полевых культур. Авторами сделан очень важный вывод: сработка торфа не происходит при уровне грунтовых вод менее 20–35 см (с. 26–40, 248–258).

В работе затрагивается вопрос об удельном весе непосредственных потерь торфа. Многочисленные данные исследований в Беларуси и в особенности в Польше показывают, что этот показатель в линейных величинах (сантиметров в год) составляет 20–80 % (с. 237). При этом минимум характерен для первых лет после осушения, а максимум – при длительном сельскохозяйственном использовании.

Не остались без внимания и проблемы изменения водно-физических свойств торфяных почв, потери и уменьшение органического вещества. По мнению авторов, эти показатели являются основными, определяющими плодородие осушенных торфяных почв.

В результате изменений и деградации осушенных торфяников теряются их генетические свойства, исчезает торфяной слой и на минеральной породе образуются новые антропогенные почвы. Они разнообразны по содержанию органического вещества, степени увлажнения, гранулометрическому составу (с. 102–118, 214–219). В Польше, где традиционно луговое направление использования таких земель, эти почвы не столь разнообразны по содержанию органического вещества и увлажнению. В монографии делается вывод, что к 2005–2010 гг. антропогенные постторфяные почвы составят 25 % фонда торфяных почв, остальные – практически полностью деградируют и потеряют природную часть своего плодородия (с. 39).

В монографии рассматриваются несколько вариантов классификации антропогенных постторфяных почв Беларуси, разработанных БГУ, БелНИИПиА, ИПИПРЭ, а также польским профессором Г. Окрушко (с. 214–216), но единого подхода к этому вопросу среди почвоведов пока нет.

Большое внимание уделено авторами глубокой структурной вспашке осушенных торфяных почв для сохранения органического

вещества торфа. В результате глубокой вспашки специальными плугами формируется профиль техногенной почвы с чередующимися между собой наклонными пластами торфа и подстилающего минерального грунта (песка, супеси).

Указывается, что критической для мелиоративной вспашки является мощность торфяного слоя 0,4–0,6 м. Образующиеся при этом техногенные почвы характеризуются различной степенью оторфованности и гумусированности.

Мелиоративная вспашка является эффективным, но в то же время дорогостоящим приемом сохранения торфа, значительно повышающим урожайность сельскохозяйственных культур. В подпахотном слое техногенной почвы скорость минерализации органического вещества в 1,5–1,9 раза ниже, чем на такой же глубине (35–50 см) в торфяной почве (с. 187).

В Беларуси на современном этапе получило развитие экономически и экологически обоснованное луговое направление использования торфяных комплексов. В работе большое внимание уделено практическому использованию торфяных комплексов в этих направлениях. Даются рекомендации по севооборотам на различных почвах, составу травосмесей, использованию удобрений, структуре посевных площадей, что прямо отвечает интересам практических работников сельского хозяйства.

В монографии особо акцентируются вопросы регулирования водного режима почв, который является важнейшим фактором плодородия почв и сработки торфа. Основные мелиоративные системы в Беларуси были построены в 1960–1980 гг., и за длительный период эксплуатации их элементы существенно трансформировались. Кроме того, в результате сработки торфа изменился микрорельеф осушаемых болотных комплексов, который усложнил регулирование водного режима. Наиболее современные водооборотные мелиоративные системы с гарантированным водоснабжением и водисточниками составляют около 25 % от общего количества, остальные не могут обеспечить дополнительное увлажнение.

На основании материалов разносторонних исследований осушенных торфяных комплексов, их функционирования, эволюции и деградации в Беларуси и Польше в работе обосновываются преимущества лугового направления использования, предлагаются пути минимизации негативных последствий, удешевления реконструкции и совершенствования мелиоративных систем.

Рецензируемая работа будет полезна научным работникам, преподавателям и студентам природоведческих, сельскохозяйственных, экологических специальностей, специалистам аграрного сектора экономики и природоохранных учреждений.

С.М. Зайко,

кандидат биологических наук, доцент

Ю.П. Качков,

кандидат географических наук, доцент

М.А. Хрустаева. **Экогеохимия моренных ландшафтов центра Русской равнины**. М.: Техполиграфцентр, 2002. 315 с.

Оптимизация условий жизни при сохранении природного равновесия является одной из основных задач современного общественного развития. Специалисты-географы всегда обращали внимание на этот аспект в прикладных исследованиях по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Геохимия ландшафта как научное направление созвучно с проблемами экологии. Ясное понимание геохимической структуры ландшафтов, дифференциация химических элементов по результатам геохимического анализа позволяют использовать полученные данные в практических целях. Научная ценность работы М.А. Хрустаевой заключается в комплексном подходе к изучению обширной территории в пределах Восточно-Европейской равнины.

Монография состоит из 13 глав. Первая отражает не только важнейшие особенности и параметры физико-географической характеристики ландшафтов Русской равнины, а также их оценку, но и содержит экологическую информацию о перераспределении в почве химических элементов.

Во второй главе анализируется гидрохимическое состояние компонентов лесных ландшафтов. Среди рассматриваемых вопросов представляет интерес гидротермические суточный и сезонный режимы, роль снега в формировании химического состава вод, влияние видов и сомкнутости крон деревьев и кустарников на химический состав дождевых осадков. Все это необходимо учитывать в исследованиях по выявлению особенностей химизма компонентов ландшафта и при изучении биологического круговорота.

Третья и четвертая главы являются продолжением второй. В них представляет интерес взаимодействие почв и вод временных водотоков и их влияние на формирование химизма грунтовых вод, а также почв с учетом антропогенного воздействия.

В пятой главе анализируется миграция химических элементов в системе почва – растение различных ландшафтов моренных и моренно-водно-ледниковых равнин, приводится классификация ряда химических элементов (А1, К, Са и др.) методом многомерного кластерного анализа. Уделяется внимание изменению уровня кислотности (рН) и содержания гумуса в почвах, определяющих миграцию химических элементов. Ее дополняет шестая глава, в которой приводятся данные по концентрации в растениях железа и его дифференциации в почвах.

Химические элементы в результате плоскостной эрозии мигрируют в поймы и водоемы. Поэтому практический интерес представляет в седьмой главе информация о ландшафтно-геохимических особенностях речных пойм, в восьмой – о сезонных, суточных и многолетних изменениях химического состава вод водохранилищ и в девятой

– об эвтрофировании аквальных ландшафтов и мерах по оздоровлению водоемов.

Отдельно (глава десятая) рассматриваются биогеохимические особенности ландшафтов на основе биологического круговорота с учетом химического состава древесно-кустарникового яруса, фитомассы луговых трав, опада лесной подстилки.

Разрешение экологических проблем ведется более успешно при изучении и использовании геохимических барьеров в ландшафтах (глава одиннадцатая).

Чтобы выработать рекомендации по оздоровлению экологической обстановки, необходима эколого-геохимическая оценка современных ландшафтов и прогноз их развития. В двенадцатой главе детально рассматриваются ведущие факторы и источники загрязнения компонентов ландшафтов (ТЭЦ, промышленные предприятия, автотранспорт, бытовые отходы, противогололедные реагенты, агротехногенез и др.).

Глава тринадцатая завершает анализ результатов исследований и посвящена природным и социально-экономическим факторам экологического риска.

Работу М.А. Хрустаевой отличает хороший стиль изложения, широкое использование факторного анализа и современных методов определения химических элементов, что позволяет судить о достоверности полученных результатов. Автором приводится оригинальный иллюстративный материал, выполненный с помощью компьютерной графики.

Однако, на наш взгляд, целесообразно было бы выделить в отдельную главу методику исследования. Имеются некоторые неточности в заголовках таблиц: вместо химического анализа следует писать агрохимический анализ в тех случаях, когда приводятся сведения по рН, содержанию гумуса, подвижных форм фосфора, калия.

В целом монография может быть полезна аспирантам и студентам при проведении ими научных исследований, а также источником ценной информации для всех, кто интересуется проблемами экологии и геохимии ландшафтов. К сожалению, книга является библиографической редкостью, так как издана тиражом в 300 экземпляров.

Н.К. Чертко,

доктор географических наук, профессор

РЕФЕРАТЫ

УДК 547.786 + 544.25

Безбородов В.С., Ковганко Н.Н., Лапаник В.И. Синтез и жидкокристаллические свойства некоторых оптически активных производных 2-изоксазолин-3-арил-5-карбоновой кислоты // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Осуществлен синтез новых производных 2-изоксазолин-3-арил-5-карбоновой кислоты. Приведены спектральные и жидкокристаллические свойства данных соединений.

Библиогр. 11 назв.

УДК 546.26-162:678.01

Курневич Г.И., Садова Т.А., Богинский Л.С., Божко Д.И. Прессованные композиты термически расщепленного графита с полиамидом // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Композиты термически расщепленного графита и полиамида получены методом прессования. Исследованы условия их образования и термообработки. Измерены физико-механические параметры.

Библиогр. 12 назв., табл. 2.

УДК 577.113.083

Губич О.И., Шолух М.В. Оптимизация условий определения цАМФ методом радиоиммунного анализа // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Предложены и экспериментально обоснованы пути оптимизации метода РИА цАМФ на основе набора реагентов, разработанного на кафедре биохимии БГУ. Установлено, что наибольшая чувствительность и воспроизводимость измерений обеспечиваются при использовании 5мМ Na-ацетатного (25 мМ имидазольного) буфера (рН 5,7), БСА в концентрации 5,7 мг/мл, ацилированных образцов цАМФ и не подвергшейся замораживанию и лиофилизации антисыворотки. Внесенные изменения позволяют проводить определение цАМФ в диапазоне концентраций от 2 до 500 фмоль в пробе с чувствительностью 0,02 пмоль/мл, обеспечивая возможность его применения для точных биохимических исследований.

Библиогр. 8 назв., табл. 2, ил. 2.

УДК 635.64:632.4/38:631.544 (476)

Поликсенова В.Д. Многолетняя динамика микозов культуры томата в защищенном грунте Беларуси. Ч. 1. Кладоспориоз // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Показана динамика одного из наиболее вредоносных заболеваний томата – кладоспориоза в теплицах Беларуси за 30 лет. Отмечено снижение распространения заболевания. Степень поражения растений колеблется: она зависит от генотипа устойчивости растения-хозяина и появления в популяции патогена физиологических рас с новой вирулентностью.

Библиогр. 10 назв., табл. 2, ил. 1.

УДК 581.9+582.4(476.1)

Млынарчык М.П., Сауткина Т.А. Флора наваколля пас. Ракаў // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Вывучана флора наваколля пас. Ракаў, устаноўлены яе відавы склад, фітахаралагічныя асаблівасці, выдзелены рэдкія і ахоўваемыя расліны.

Бібліягр. 5 назваў, табл. 1.

УДК 581.9

Джус М.А., Тихомиров Вал.Н. Новые местонахождения редких и охраняемых видов растений в Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Приводятся новые данные о распространении редких и охраняемых видов растений в Беларуси, среди них *Equisetum variegatum*, *Polypodium vulgare*, *Hypericum montanum*, *Arabis pendula*, *Conioselinum tataricum*, *Ostericum palustre*, *Galium trifidum*, *Pulmonaria mollis*, *Allium schoenoprasum*, *Colchicum autumnale*, *Liparis loeselii* и др.

Библиогр. 8 назв.

УДК 595.768.1:591.543.4

Нестерова О.Л. Биология видов рода *Gastrophysa Chevrolat (Coleoptera, Chrysomelidae)* в условиях Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

По материалам изучения биологии видов *Gastrophysa viridula* Deg. и *Gastrophysa polygoni* L. в условиях Беларуси приводятся фенограммы их развития. Отмечены особенности и изменения в жизненных циклах листоедов в условиях обычного и экстремально жаркого сезонов разных лет.

Библиогр. 4 назв., ил. 4.

УДК 595.763.33-155:502.4(476)

Дерунков А. В. Экологическое разнообразие стафилинид (*Coleoptera, Staphylinidae*) в сосновых культурах на охраняемых территориях Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Проведен сравнительный анализ экологического разнообразия стафилинид в сосновых культурах на трех охраняемых территориях: Березинский заповедник, Национальные парки «Беловежская пуща» и «Припятский». Жуков собирали методом почвенных ловушек. Для оценки экологического разнообразия использовали индексы Маргалефа, Шеннона, Симпсона, Бергера – Паркера и параметр α лог-ряда. Также проанализировано соответствие распределения обилий видов лог-нормальной модели моделям лог-ряда и разломанного стержня. Наиболее существенные различия касались структуры доминирования в сообществах жуков. Состав доминантных видов был разным на всех территориях. Только два вида – *Staphylinus erythropterus* и *Ischnosoma splendidum*, были доминантами во всех точках. Видовое богатство стафилинид было наиболее высоким в сосновых культурах в Березинском заповеднике, а наиболее низким – в Беловежской пуще.

Библиогр. 10 назв., табл. 2, ил. 3.

УДК 551.4; 528.482

Романкевич А. П. Типизация рельефа мелиорированных болотных ландшафтов Белорусского Полесья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

По результатам крупномасштабного картографирования мелиорированных болотных ландшафтов выделены природно-антропогенные комплексы (ПАК). На основании изменений морфометрических показателей поверхности в процессе эволюции осушенных торфяников проведена типизация рельефа мелиорированных ПАК и построены картографические модели его трансформации.

Библиогр. 4 назв., табл. 1.

УДК 911.52:712.3(476)

Король С. И. Влияние ландшафтного разнообразия на особенности размещения старинных усадеб // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Проведен ландшафтный анализ особенностей размещения старинных усадеб в пределах Белорусской возвышенной провинции. Отражена роль старинных усадеб в ландшафтном разнообразии как одного из его компонентов.

Библиогр. 10 назв., табл. 1, ил. 2.

УДК 528.913/93

Атоян Л. В. Основные этапы компьютерного создания карт // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Рассматриваются вопросы автоматизированного создания карт с использованием современных технических устройств и программ векторной графики для полиграфического воспроизведения. Изложены основные положения по формированию картографического изображения на основе простейших геометрических (конструктивных) элементов на экране компьютера в интерактивном режиме.

Библиогр. 3 назв., ил. 3.

УДК 551.482.214

Гриневич А. Г., Емельянов Ю. Н., Кольмакова Е. Г. Гидрохимическая ситуация в бассейне р. Днепр (1987–1997 гг.) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Представлены результаты исследования современной гидрохимической ситуации в бассейне р. Днепр в аспекте трансграничного переноса загрязняющих веществ. Проанализирована динамика и структура потоков загрязняющих веществ, сформированных в результате антропогенной нагрузки в бассейне.

Библиогр. 3 назв., табл. 1, ил. 3.

УДК 574:57.011

Мышлён Т. А. Почвенные условия миграции ^{90}Sr и ^{137}Cs в трансупераквальных ландшафтах (на примере поймы р. Сож) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Основная цель исследования – выделение геохимических барьеров, аккумулирующих химические элементы, в том числе и радионуклиды, и исключение данных участков из сельскохозяйственного использования. Установлено, что в пойме р. Сож выделяются повышенные концентрации ^{90}Sr , главным образом на механическом геохимическом барьере при переходе от прирусловой отмели к валу; на сорбционных и механических барьерах – на переходах от повышенных к пониженным частям центральной поймы и сорбционном барьере притеррасной поймы. Повышенные концентрации ^{137}Cs выделяются на механическом геохимическом барьере при переходе от прирусловой отмели к валу; биогеохимическим и сорбционным барьерам на старице и биогеохимическом барьере притеррасной поймы.

Библиогр. 8 назв., табл. 1, ил. 2.

УДК 502.55+351.777.6

Корзун В.М. К вопросу об индикаторах устойчивого экологического развития г. Минска // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Развивается системный подход и в качестве индикаторов устойчивого развития вводятся такие параметры, как объем вредных выбросов на 1 жителя, на единицу площади территории, на единицу стоимости произведенной продукции. Анализ динамики изменения указанных индикаторов показывает, что в последние годы в г. Минске наблюдается устойчивое улучшение экологической ситуации. В течение 1995–2000 гг. объемы выбросов уменьшились на жителя со 177,1 до 94,7 кг/чел., на единицу площади – с 1180 до 639 т/км², на единицу стоимости произведенной продукции – со 118 до 64 г/долл. США.

Библиогр. 9 назв., табл. 3.

УДК 556.51

Шкарубо А.Д., Лопух П.С. Роль водной растительности в формировании гидроэкосистем малых водотоков (на примере рек бассейна Днепра) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Изучены особенности природных аквальных комплексов (ПАК) малых рек на примере г. Могилева и его окрестностей. Выявлены характерные урочища малых рек. Водная растительность и русловые процессы рассматриваются в качестве основных критериев при типологии ПАК и изучении их трансформации при интенсивном антропогенном воздействии.

Библиогр. 27 назв., табл. 4.

УДК 550.812.012: 553.632 (476-13)

Высоцкий Э.А. Поисковые геологические критерии месторождений калийных солей // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Рассмотрены поисковые геологические критерии, применяемые при выявлении залежей калийных солей. Показано, что в условиях Припятского прогиба наиболее эффективным является поисковый комплекс, включающий стратиграфические, структурные, палеотектонические, геохимические, литологические и геофизические поисковые критерии. Использование этого комплекса позволило выполнить прогнозную оценку территории Припятского прогиба на калийные соли и выявить ряд высокоперспективных участков.

Библиогр. 17 назв.

УДК 314(476)

Красовский К.К. Географические особенности урбанизации в контексте глобальных проблем современности // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Рассматриваются современные тенденции урбанизации как глобального социально-экономического процесса. Предлагается схема эволюции урбанизации в различных странах и регионах мира. Дается прогноз развития урбанизационных процессов.

Библиогр. 15 назв., табл. 3.

УДК 632.4: 635.64

Пискун С.Г., Поликсенова В.Д., Анохина В.С. Фитотоксическая активность возбудителя фузариозного увядания томата // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Изучена фитотоксическая активность 18 моноспоровых изолятов *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen. Проведен качественный и количественный анализ состава культуральной жидкости изолятов. Выявлены изоляты, обладающие наибольшей фитотоксической активностью.

Библиогр. 8 назв., табл. 1.

УДК 595.426

Бесядка Э., Цихоцка М., Мороз М.Д., Мухин Ю.Ф. Новые виды водных клещей (*Acarî: Hydracarina*) фауны Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Была изучена фауна водных клещей гидрологического заказника "Дикое". Выявлены 22 вида. Установлено, что видовой состав клещей относительно богат. Среди выявленных видов: *Hydrachna processifera* KOENIKE, 1903; *Arrenurus tetracyphus* PIER SIG, 1894 и *Piona carnea* (KOSCH, 1836) оказались новыми для фауны Беларуси.

Библиогр. 11 назв.

УДК 598.422:581.524

Гончаров Д.А. Воздействие чайковых птиц на растительность их гнездовых станций // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Представлены результаты исследований, проведенных в колониях озерных и серебристых чаек на острове Вилейского водохранилища и острове оз. Снуды. С применением метода χ^2 показано достоверное превышение высоты и проективного покрытия растительности в местах гнездования чаек над этими показателями, измеренными на фоновых участках.

Приведены данные о видовом составе фитоценозов гнездовых станций чаек.

Библиогр. 16 назв., табл. 2.

УДК 612.821+591.51

Сидоров А. В., Полянина И. П. Влияние изменения кислотно-основного равновесия воды на поведение моллюска *Lymnaea stagnalis* // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Изучено дыхательное, пищевое, локомоторное, исследовательское и оборонительное поведение пресноводного легочного моллюска *Lymnaea stagnalis* при разных значениях активной реакции (рН) воды. Установлено, что при пониженных рН (6,0) по сравнению с рН воды 8,0 увеличивается выраженность оборонительного поведения и доля коротких дыхательных актов. Другие характеристики дыхательного поведения, а также локомоторное, исследовательское и пищевое поведение не претерпевали статистически достоверных изменений. Предполагается, что указанные влияния реализуются за счет афферентных сигналов, поступающих от Н⁺-чувствительных структур в коже моллюска.

Библиогр. 8 назв., табл. 1, ил. 1.

УДК 574.5(285.2)

Павлютин А. П. Радиоактивность зарослевых форм водных животных непроточного озера // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2003. № 2.

Исследовали концентрацию радионуклидов в водных животных, ассоциированных с зарослями макрофитов. Приведен радионуклидный состав загрязнения водных животных в 1986–1987 гг. Концентрация ¹³⁷Cs в различных видах водных животных в 2000 г. была 1,59–22,85 кБк/кг сухого вещества, в 1986–1987 гг. – 12,57–1011,35 кБк/кг сухого вещества.

Пробы, которые хранились в формальдегиде, теряли 20–90 % радионуклидов.

Библиогр. 1 назв., табл. 4.