

Веснік

Брэсцкага ўніверсітэта

Галоўны рэдактар:
А.М. Сендзер

Намеснік галоўнага рэдактара:
С.А. Марзан

Міжнародны савет
А.А. Афонін (Расія)
В.А. Несцяроўскі (Украіна)
А. Юўка (Польшча)

Рэдакцыйная калегія:

Н.С. Ступень
(адказны рэдактар)
С.В. Арцёменка
М.А. Багдасараў
А.М. Вітчанка
А.А. Волчак
В.Я. Гайдук
А.Л. Гулевіч
М.П. Жыгар
А.А. Махнач
А.В. Мацвееў
У.У. Салтанаў
Я.К. Яловічавя
М.П. Ярчак

Пасведчанне аб рэгістрацыі
ў Міністэрстве інфармацыі
Рэспублікі Беларусь
№ 1339 ад 28 красавіка 2010 г.

Адрас рэдакцыі:
224665, г. Брэст,
бульвар Касманаўтаў, 21
тэл.: 21-72-07
e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Часопіс «Веснік Брэсцкага
ўніверсітэта» выдаецца
з снежня 1997 года

Серыя 5

ХІМІЯ

БІЯЛОГІЯ

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

НАВУКОВА-ТЭАРЭТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выходзіць два разы ў год

Заснавальнік – Установа адукацыі
«Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А.С. Пушкіна»

№ 2 / 2015

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі
Рэспублікі Беларусь № 81 ад 20.03.2015 г. часопіс «Веснік
Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі»
ўключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь
для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў
па біялагічных, геаграфічных і геалага-мінэралагічных навуках

ЗМЕСТ

БІЯЛОГІЯ

Абрамова И.В., Гайдук В.Е. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Селец» в период весенней миграции	5
Блоцкая Е.С. Распространение, биотопическое распределение и численность бесхвостых земноводных (Amphibia) в лесных экосистемах Юго-Западной Беларуси	14
Бульская И.В., Колбас А.П., Кузьмицкий А.В., Зеркаль С.В. Оценка экологического состояния реки Мухавец в городе Бресте	21
Колбас Н.Ю. Особенности динамики состава антоцианового комплекса в процессе созревания плодов.....	30
Хомич Г.Е., Саваневский Н.К. Амплитудно-временные характеристики позднего позитивного комплекса у детей и взрослых при предъявлении пары стимулов, требующих различия	38
Цуриков А.Г., Голубков В.В., Цурикова Н.В. Лишайники рода Cladonia Беларуси: <i>C. cryptochlorophaea</i> и <i>C. merochlorophaea</i>	42

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

Андрушко С.В. Формирование урболандшафтов города Гомеля и их геоэкологическая оценка	49
Бабич О.Б. Формирование концепции сетевого информационного пространства в пригородных лесных массивах Львова	56
Гречаник Н.Ф., Богдасаров М.А. Рельеф территории бассейна реки Ясельда	60
Залесский И.И., Бровко А.С. Гидрогеохимические особенности вод артезианских водоносных комплексов зоны транзита Вольно-Подольского Артезианского бассейна	69
Михели С.В. Наукометрический анализ как метод исследования развития ландшафтоведческих центров Украины	76
Руденко И.М. Улучшение аккумуляции трития в водопроницаемых реакционных барьерах	87
Соколов А.С. Ландшафтные закономерности размещения населения и селитебных ландшафтов Гомельской области	94
Фёдорова И.Л. Место географических факторов в системе туристской привлекательности для целей культурного туризма	99



Vesnik

of Brest University

Editor-in-chief:

A.N. Sender

Deputy Editor-in-chief:

S.A. Marzan

International Board:

A.A. Afonin (Russia)

V.A. Nestyarovski (Ukraine)

A. Juvka (Poland)

Editorial Board:

N.S. Stupen

(managing editor)

S.V. Artsemenka

M.A. Bagdasarav

A.M. Vitshanka

A.A. Volchek

V.E. Gajduk

A.L. Gulevich

M.P. Zhigar

A.A. Mahnach

A.V. Matveev

V.V. Saltanav

Y.K. Yalovichava

M.P. Yarchak

Registration Certificate
by Ministry of Information
of the Republic of Belarus
№ 1339 from April 28, 2010

Editorial Office:

224665, Brest,

Boulevard Cosmonauts, 21

tel.: 21-72-07

e-mail: vesnik@brsu.brest.by

Published since December 1997

Series 5

CHEMISTRY

BIOLOGY

SCIENCES ABOUT EARTH

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL

Issued two times a year

**Founder – Educational institution
«Brest state university named after A.S. Pushkin»**

№ 2 / 2015

According to the order of Supreme Certification Commission
of the Republic of Belarus № 81 from March 20, 2015,
the journal «Vesnik of Brest University. Series 5. Chemistry. Biology.
Sciences about Earth» was included to the List of scientific editions
of the Republic of Belarus for publication of the results of scientific research
in biological, geographical and geological-mineralogical sciences

INDEX

BIOLOGY

Abramova, I.V., Gaiduk V.E. Structure and Dynamics of Bird Population of Fish farm «Selets» during spring migration	5
Blockaja E.S. Dissemination, Habitat Distribution, Abundance Anura Amphibians in the Forest Ecosystems of the South-Western Belarus	14
Bulskaya I.V., Kolbas A.P., Kuzmitski A.V., Zerkal S.V. Evaluation of Ecological State of the Mukhavets in Brest City	21
Kolbas N.Y. Specificity of Dynamics of Anthocyanin Complex of Fruits in a Maturity During	30
Khomich G.E., Savaneuski N.K. Amplitude and Time Characteristics of the Late Positive Complex of Children and Adults by Producing a Pair of Stimula, Which Demand Differentiation	38
Tsurikov A.G., Golubkov V.V., Tsurikova N.V. Moss of Species Cladonia of Belarus: Cryptochlorophaeae and C. Merochlorophaea	42

SCIENES ON EARTH

Andrushko S.V. The Formation of Urban Landscapes of the City of Gomel and Their Geocological Assessment	49
Babych O.B. Formation of the Concept of Network and Information Space in Suburban Forests Lvov ...	56
Grechanic N.F., Bogdasarov M.A. Relief of the Territory of Yaselda River Basin.....	60
Zaleskyy I.I., Brovko A.S. Hydrogeochemical Features of Groundwater Transit Zone of Volino-Podolska Aquifer System	69
Mikheli S.V. Scientometrical Analysis as a Research Method of Landscape Centers Development of Ukraine.....	76
Rudenko I.M. Improving the Accumulation of Tritium in Water Reactive Barriers.....	87
Sokolov A.S. Landscape Regularities of Placing of Population and Settlement Landscapes of Gomel Region	94
Fiodorova I.L. Geographical Location Factors in the Tourist Attraction for Cultural Tourism.....	99

УДК 598.2/9

И.В. Абрамова¹, В.Е. Гайдук²

¹канд. биол. наук, доц., декан географического факультета
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина
²д-р биол. наук, проф. каф. зоологии и генетики
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ РЫБХОЗА «СЕЛЕЦ» В ПЕРИОД ВЕСЕННЕЙ МИГРАЦИИ

Изучение водно-болотной орнитофауны рыбхоза «Селец» проводилось весной в 2004–2014 годах. Всего за период исследований выявлено 50 видов водно-болотных птиц (поп Passeriformes), общей численностью 16 980 особей. Почти половина видов, обнаруженных на рыбхозе «Селец», внесены в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь (2004). Многие виды имеют европейский охранный статус (SPEC). В работе оценена плотность населения отдельных видов, приводятся данные по трофической эколого-морфологической структуре орнитофауны.

Введение

Мигрирующие птицы весной пролетают через территорию Беларуси по Восточно-Атлантическому и Черноморско-Средиземноморскому пролетным путям, которые имеют глобальное значение [1; 2]. На основе анализа накопленных к настоящему времени сведений о весенней миграции водно-болотного комплекса птиц выделено три различные биогеографические группировки птиц. Одна из них мигрирует по Полесскому пролетному пути, центральной осью которого является пойма р. Припять [1]. Рыбхоз «Селец» находится севернее центральной оси данного пролетного пути примерно на 100–150 км. Рыбхозы имеют большое значение для водно-болотных птиц в период миграций, на водохранилищах и прудах рыбхозов птицы останавливаются на кормежку и отдых.

Данные о миграции многих видов орнитофауны Беларуси в XX в. приведены в монографии [3]. Изучению миграций водно-болотной орнитофауны на территории Брестского Полесья посвящены работы В.Е. Гайдюка с соавторами [4–6]. В монографиях [7–8] содержатся ценные сведения по водно-болотным птицам юго-запада Беларуси, включая и рыбхоз «Селец». Некоторые данные по изучаемой группе мигрирующих птиц имеются в ряде работ орнитологов [9–12 и др.].

Анализ литературных источников и собственные исследования показали, что искусственные пруды типа рыбхозов являются важными воспроизводственными центрами, местами отдыха и восстановления сил во время миграций для большого числа водно-болотных птиц, среди которых зарегистрированы виды, имеющие национальный и европейский статус охраны.

Материал и методы

Рыбхоз «Селец» расположен в Березовском районе Брестской области. Координаты: 52° 58' с.ш. 24° 91' в.д. Общая площадь, включая водохранилище с одноименным названием, составляет около 20 тыс. га. Собственно рыбхоз состоит из комплекса прудов (около 200 шт., 2,5 тыс. га). Водоохранилище и пруды рыбхоза построены на месте болот в пойме р. Ясельда. На водохранилище имеется ряд больших островов. На прудах рыбхоза сложились благоприятные условия для гнездования водоплавающих птиц благодаря подкормке рыб и их высокой плотности, наличию дамб, поросших

кустарниками и деревьями (береза, ольха и др.). Рыбхоз «Селец» входит в состав одноименной ТВП международного значения, которая была создана в 1998 г.

Изучение весенней миграции происходило с марта по июнь 2004–2014 гг. В 2008–2009 гг. и 2011–2012 гг. было проведено по 4 учета ежегодно, в другие годы учеты проводились нерегулярно и не на всей территории рыбхоза. В этой работе рассматриваются характеристики населения птиц собственно рыбхоза без учета водохранилища и прилегающего лесного массива. Птицы, пролетающие над прудами транзитно, не учитывались. При учетах маршрут не был строго фиксирован и составлялся таким образом, чтобы охватить всю территорию рыбхоза. Птицы регистрировались на полной дальности обнаружения. Наблюдение птиц производилось с помощью бинокля (10 × 50), зрительной трубы (22×60), определение – с помощью определителя птиц, аудиозаписей голосов водно-болотных птиц.

Абсолютные учеты птиц проводились преимущественно в утренние часы комбинированным методом, сочетающим в себе маршрутные и точечные наблюдения, с использованием оптики. Маршруты прокладывались по периметру прудов. Абсолютному учету способствовало небольшое зарастание прудов надводной растительностью, наличие дамб. Во время учетов по каждому пруду в отдельности фиксировали численность видов и, по возможности, половой и возрастной состав птиц орнитокомплекса, а также наполненность водоема. Кроме типичных водно-болотных птиц, представленных отрядами *Podicipediformes*, *Ciconiiformes*, *Gaviiformes*, *Gruiformes*, *Anseriformes*, *Pelekaniformes*, *Charadriiformes*, к группе водно-болотных птиц нами были отнесены орлан-белохвост, скопа, болотный лунь и зимородок, которые по своей экологии тесно связаны с водными объектами. Представители отряда *Passeriformes* не учитывались. Водно-болотные птицы подразделялись на эколого-морфологические группы [13; 14]: 1) водоплавающие; 2) птицы лугов; 3) птицы, охотящиеся с лету; 4) птицы прибрежных зарослей. Нами к группе водоплавающих отнесены представители *Anseriformes*. При распределении видов по различным трофическим группам использовалась известная классификация [15]. Основываясь на данных по питанию, в дополнение нами выделена еще одна трофическая группа – гидрозоофаги, в которую вошли серошекая, черношейная и малая поганки.

При статистической обработке полученных данных применялись общепринятые методы. При описании численности и распределения видов по биотопам использовалась балльная шкала численностей и доминирования, предложенная А.П. Кузьякиным [16]: доминантный (многочисленный) вид – составляющий более 10% от суммарного обилия, обычный – от 1 до 9%, редкий – менее 1%, фоновый – более 1 ос./км².

Плотность населения птиц рассчитывалась на общую площадь прудов, без учета степени их наполненности, т.к. во время исследований они имели различную степень обводненности.

Результаты исследований и их обсуждение

За период исследований было на прудах рыбхоза «Страдочь» зарегистрировано 50 видов водно-болотных птиц – 8 отрядов общей численностью 16 980 особей (таблица 1). Максимальная встречаемость (100%) за период исследования наблюдается у восьми видов: большая поганка, большой баклан, серая цапля, кряква, красноголовый нырок, хохлатая чернеть, лысуха и болотный лунь. Встречаемость большинства видов птиц составляет от 25 до 50%. Одиночные регистрации характерны для малой выпи, большого крохалея, скопы и др. Наибольшая суммарная плотность водно-болотных птиц на весенней миграции (за один учет) наблюдалась в 2009 г. – 46,85 ос./100 га, наименьшая в 2011 г. – 38,0 ос./100 га.

Таблица 1. – Участие (L, %), плотность (P, ос./100га) и биомасса (B, %) водно-болотных птиц на осенней миграции рыбхоза «Селец»

Вид	2008 г.			2009 г.			2011 г.			2012 г.		
	L	P	B	L	P	B	L	P	B	L	P	B
Серощекая поганка <i>Podiceps griseigena</i> *	0.19	0.24	0.12	0.14	0.18	0.12	0.44	0.30	0.18	0.51	0.35	0.20
Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i>	0.08	0.10	0.02	0.09	0.12	0.02	0.22	0.15	0.03	0.29	0.20	0.04
Большая поганка <i>Podiceps cristatus</i>	2.94	3.80	4.20	2.61	3.40	3.72	5.92	4.00	4.38	4.80	3.30	3.60
Черношейная поганка <i>Podiceps nigricollis</i>	0.04	0.05	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01	—	—	—
Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i>	6.04	7.80	17.80	6.22	8.10	18.44	5.77	3.90	8.90	5.81	4.00	9.10
Большая выпь <i>Botaurus stellaris</i> *	0.03	0.04	0.07	0.02	0.02	0.03	0.07	0.05	0.06	0.15	0.10	0.13
Малая выпь <i>Ixobrychus minutus</i> *	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Большая белая цапля <i>Egretta alba</i> *	6.74	8.70	8.00	7.14	9.30	8.46	6.48	4.38	4.00	5.23	3.60	3.28
Серая цапля <i>Ardea cinerea</i>	4.80	6.20	8.80	6.76	8.80	12.51	6.36	4.30	6.10	5.81	4.00	5.69
Черный аист <i>Ciconia nigra</i> *	0.19	0.25	0.75	0.25	0.32	0.96	0.44	0.30	0.90	0.31	0.21	0.63
Лебедь-пшун <i>Scytus olor</i> *	1.49	1.92	25.20	2.07	2.70	28.35	3.11	2.10	22.05	2.91	2.00	21.00
Лебедь-кликун <i>Scytus cygnus</i> *	0.19	0.25	1.40	0.48	0.62	4.40	0.80	0.54	3.83	1.13	0.78	5.54
Серый гусь <i>Anser anser</i>	0.31	0.40	1.40	0.27	0.35	1.26	0.18	0.12	0.43	0.22	0.15	0.54
Белолобый гусь <i>Anser albifrons</i>	0.39	0.50	1.60	0.37	0.48	1.20	0.37	0.25	0.62	0.29	0.20	0.50
Гуменник <i>Anser fabalis</i>	0.70	0.90	3.30	1.23	1.60	5.76	1.04	0.70	2.52	1.31	0.90	3.24
Связь <i>Anas penelope</i>	1.08	1.40	1.10	1.38	1.80	1.34	0.74	0.50	0.38	0.87	0.60	0.45
Серая утка <i>Anas strepera</i> *	2.42	3.12	2.70	2.15	2.80	2.42	3.55	2.40	2.07	4.07	2.80	2.42
Чирок-свистунок <i>Anas crecca</i>	1.86	2.40	0.84	2.15	2.80	0.94	0.74	0.50	0.18	2.09	1.44	0.50
Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	22.39	28.90	37.00	20.36	26.50	33.90	26.30	17.78	22.76	21.8	15.00	19.20
Чирок-трескун <i>Anas aizuadula</i> *	0.21	0.27	0.11	0.14	0.18	0.07	0.15	0.10	0.04	0.06	0.04	0.02
Широконоска <i>Anas clypeata</i>	0.26	0.34	0.24	0.22	0.28	0.20	0.22	0.15	0.11	0.01	0.01	0.05
Красноголовый нырок <i>Avthya ferina</i>	2.81	3.63	4.33	2.27	2.95	3.52	1.79	1.21	1.44	1.60	1.10	1.31
Белоглазый нырок <i>Avthya nyroca</i> *	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Хохлатая черныш <i>Avthya fulicula</i>	2.03	2.62	1.64	2.00	2.60	1.64	0.46	0.31	0.96	0.26	0.18	0.54
Обыкновенный гоголь <i>Viscophala clangula</i> *	0.23	0.30	0.22	0.18	0.24	0.20	0.30	0.20	0.14	0.22	0.15	0.10
Большой крохаль <i>Mergus merganser</i> *	0.01	0.01	0.12	0.06	0.08	0.14	0.06	0.04	0.06	—	—	—
Лыток <i>Mergellus albellus</i>	0.15	0.20	0.10	0.08	0.10	0.05	0.01	0.01	0.04	0.15	0.10	0.06
Скопа <i>Pandion haliaetus</i> *	0.08	0.10	0.17	0.08	0.10	0.17	0.12	0.08	0.13	0.06	0.04	0.07

Продолжение таблицы 1

Оплан-белохвост <i>Haliaeetus albicilla</i> *	0,22	0,28	0,73	0,11	0,14	0,60	0,30	0,20	0,33	0,23	0,16	0,41
Болотный птень <i>Circus aeruginosus</i>	0,23	0,30	0,24	0,04	0,05	0,30	0,16	0,11	0,06	0,29	0,20	0,12
Погоньш <i>Pogona rozgana</i>	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	—	—	—	0,03	0,02	0,02
Малый погоныш <i>Pogona pargva</i> *	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	—	—	—
Камышница <i>Gallinula chloropus</i>	0,16	0,21	0,07	0,24	0,31	0,08	0,09	0,06	0,06	0,03	0,01	0,02
Лысуха <i>Fulica atra</i>	14,64	18,90	17,00	13,94	18,15	16,30	20,33	13,74	12,37	21,81	15,00	13,50
Серый журавль <i>Gruis grus</i> *	0,08	0,10	0,55	0,11	0,14	0,77	—	—	—	0,04	0,03	0,16
Малый зябк <i>Charadrius dubius</i>	0,27	0,35	0,11	0,21	0,27	0,09	0,07	0,05	0,00	0,10	0,07	0,00
Чибис <i>Vanellus vanellus</i>	4,49	5,80	1,17	3,46	4,50	0,99	1,48	1,00	0,20	2,18	1,50	0,30
Турухтан <i>Philomachus pugnax</i> *	1,15	1,48	0,20	0,80	1,04	0,15	0,12	0,08	0,01	0,04	0,03	0,01
Бекас <i>Gallinago gallinago</i>	0,85	1,10	0,11	1,18	1,54	0,15	0,41	0,28	0,03	0,44	0,30	0,03
Большой веретенник <i>Limosa limosa</i> *	0,12	0,15	0,03	0,32	0,42	0,10	—	—	—	0,01	0,01	0,02
Травник <i>Tringa totanus</i>	0,20	0,26	0,03	0,09	0,12	0,01	0,06	0,04	0,01	—	—	—
Фи-фи <i>Tringa glareola</i>	0,06	0,08	0,00	0,05	0,07	0,00	0,04	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00
Черныш <i>Tringa ochropus</i>	0,04	0,05	0,00	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i>	0,62	0,80	0,02	0,61	0,80	0,05	0,44	0,30	0,01	0,44	0,30	0,01
Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	14,26	18,40	5,80	14,67	19,10	6,11	8,20	5,54	1,79	9,70	6,67	2,13
Сизая чайка <i>Larus caninus</i> *	2,94	3,80	1,62	2,92	3,80	1,71	0,71	0,48	0,19	0,83	0,57	0,26
Серебристая чайка/хохотунья	1,32	1,70	2,40	1,38	1,80	2,52	1,33	0,90	1,26	3,10	2,13	3,00
Речная крачка <i>Sterna hirundo</i>	0,06	0,08	0,10	0,37	0,48	0,08	0,18	0,12	0,01	0,49	0,34	0,04
Белоклытая крачка <i>Chlidonias leucopterus</i>	0,41	0,53	0,03	0,52	0,68	0,04	0,07	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Черная крачка <i>Chlidonias niger</i> *	0,03	0,04	0,02	0,06	0,08	0,02	0,12	0,08	0,01	0,06	0,04	0,01
Белошекая крачка <i>Chlidonias hybridus</i> *	0,05	0,06	0,01	0,06	0,08	0,01	0,12	0,08	0,01	0,10	0,07	0,00
Обыкновенный зяболок <i>Alcedo atthis</i> *	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
		129,07	151,57		130,17	160,01		67,6	98,74		68,79	98,29

Примечание: * – виды, включенные в Красную книгу Беларуси [23]; 0,00 – биомасса вида менее 0,01 кг/км².

В 2008–2014 гг. во время весенней миграции доминировали лысуха (8,40–10,51 ос./100 га, что составляет 19,7–25,5% от суммарной плотности), большой баклан (4,80–9,87 ос./100 га; 11,3–23,1%); в 2009 и 2012 гг. – кряква (4,8 и 4,35 ос./100 га). Обычными являлись озерная чайка, кряква, серая цапля, серый гусь, красноголовая чернеть, хохлатая чернеть, болотный лунь и чибис, в отдельные годы и другие виды (таблица 1). На долю обычных видов приходится не менее 75% от общего числа учтенных мигрантов.

Суммарная биомасса мигрантов варьировала от 49,2 кг/км² в 2008 г. до 59,3 кг/км² в 2012 г. Доминируют по биомассе в разные годы следующие виды: кряква (3,20–6,14 кг/км²), лебедь-шипун (3,57–8,40), большой баклан (10,68–21,98) и лысуха (7,56–9,45 кг/км²) (таблица 1). В сумме на их долю приходилось от 55,6% суммарного показателя в 2008 г. до 79,8% в 2012 г.

Во время весенней миграции на рыбхозе «Локтыши» в 2003, 2008–2009 гг. выявлено 56 видов птиц, суммарная биомасса которых равна 261,8 кг/км² [9]; на рыбхозе «Новоселки» – 57 видов, суммарная биомасса которых была 190,4 кг/км² [10], что значительно выше, чем на рыбхозе «Селец».

Из 50 видов учтенных мигрантов 23 вида (48% от количества видов) являются охраняемыми на территории нашей страны. Из них 16 видов занесены в Красную книгу РБ [17]: серошековая поганка, большая выпь, малая выпь, большая белая цапля, черный аист, белоглазый нырок, большой крохаль, скопа, орлан-белохвост, малый погоныш, серый журавль, турухтан, большой веретенник, сизая чайка, белошековая крачка, обыкновенный зимородок; 7 видов включены в список требующих профилактической охраны: лебедь-шипун, лебедь-кликун, серая утка, чирок-трескунок, обыкновенный гоголь, серебристая чайка, черная крачка (таблица 1).

Таксономическая структура

В систематическом отношении орнитокомплекс мигрантов довольно разнообразен, но доля участия разных таксономических групп весьма неравнозначна. Наибольший вес занимает отряд ржанкообразные (16 видов, 32%), затем следует отряд гусеобразные (14 видов, 28%). Все остальные отряды насчитывают от 1 до 6 видов.

По численности преобладают представители отрядов: гусеобразные (26,9–31,0%), журавлеобразные (20,4–25,9%), ржанкообразные (15,9–23,0%) и веслоногие (11,2–23,1%) (таблица 2). Эти же отряды доминируют по населению птиц и на рыбхозе «Страдочь» [6]. Большинство весенних мигрантов (53,3–81,6% общего количества видов), зарегистрированных нами на рыбхозе «Селец», относятся к категории «редкие». По биомассе доминируют гусеобразные (31,8–42,6%), веслоногие (21,7–37,1%) и журавлеобразные (13,1–22,9%). На долю поганкообразных и соколообразных приходится соответственно 0,9–1,4 и 1,9–2,8%.

Таблица 2. – Таксономическая структура весенних мигрантов водно-болотных птиц, %

Отряд	2008 г.			2009 г.			2011 г.			2012 г.		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Поганкообразные	8,0	1,7	1,4	8,0	1,6	1,1	8,3	2,1	1,3	6,5	1,5	0,9
Веслоногие	2,0	11,2	21,7	2,0	13,0	24,3	2,1	14,7	23,6	2,2	23,1	37,1
Аистообразные	10,0	8,4	11,4	10,0	8,1	9,8	10,4	8,5	9,5	10,9	9,3	10,0
Гусеобразные	28,0	28,3	36,8	28,0	31,0	38,8	29,1	26,9	42,6	28,2	27,6	31,8
Соколообразные	6,0	1,6	2,4	6,0	1,3	1,9	4,2	2,1	2,6	6,5	2,2	2,8
Журавлеобразные	12,0	25,9	21,4	12,0	22,0	18,6	12,5	25,9	16,9	10,9	20,4	13,2
Ржанкообразные	32,0	22,7	4,9	32,0	23,0	5,5	31,3	19,8	3,5	34,8	15,9	4,2
Ракшеобразные	2,0	0,2	0,0	2,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	–	–	–

Примечание: а – доля видов различных отрядов; б – доля особей различных отрядов от общего числа особей; в – доля биомассы различных отрядов от общей биомассы.

Трофическая структура

В структуре весеннего комплекса водно-болотных мигрантов (таблица 3) по количеству видов преобладают энтомофаги (33,3–34,8%) и ихтиофаги (20,8–22,0%). Меньше всего полифагов (6,0–6,5%) и хищных (4,0–4,3%). Такая же видовая структура характерна и для комплекса мигрирующих птиц рыбхоза «Страдочь» [6].

Таблица 3. – Трофическая структура весенних мигрантов водно-болотных птиц, %

Трофические группы	2008 г.			2009 г.			2011 г.			2012 г.		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Ихтиофаги	22,0	23,0	34,8	22,0	23,6	35,4	20,8	25,3	34,4	19,6	34,5	48,0
Фитофаги	18,0	17,3	29,8	18,0	19,8	31,7	18,8	16,7	36,7	19,6	17,8	26,3
Энтомофаги	34,0	10,6	3,0	34,0	9,5	3,8	33,3	10,4	1,3	34,8	7,7	0,9
Полифаги	6,0	11,6	3,9	6,0	13,7	4,7	6,3	9,4	2,7	6,5	7,8	3,7
Хищники	4,0	1,5	2,2	4,0	1,2	1,9	4,2	2,1	2,6	4,3	2,2	2,7
Гидрозоофаги	8,0	4,7	2,9	8,0	5,0	2,9	8,3	5,2	2,5	6,5	3,7	1,8
Бентофаги	8,0	31,2	23,3	8,0	27,1	19,7	8,3	30,8	19,8	8,7	26,3	16,6

Примечание: а – доля видов различных групп; б – доля особей различных групп от общего числа особей; в – доля биомассы различных групп от общей биомассы.

По численности преобладают бентофаги – 26,3–31,2% от общего числа особей, затем идут ихтиофаги – 23,1–34,5 и фитофаги – 16,7–19,8%. Участие энтомофагов в населении птиц значительно ниже, чем в видовом составе, их доля изменяется от 7,7 до 10,5%. Наименьшая доля в трофической структуре принадлежит хищным – 1,2–2,2% (таблица 3).

По биомассе доминируют ихтиофаги (34,4–48,0%), фитофаги (26,3–36,7%) и бентофаги (16,6–23,3%). Эти же трофические группы являются доминантными в орнитокомплексах рыбхозов «Локтыши» и «Новоселки» [9; 10], здесь первые две позиции занимают фитофаги и бентофаги. На долю полифагов, гидрозоофагов и хищных приходится менее 4%.

Эколого-морфологическая структура

Преобладающей эколого-морфологической группой весенних мигрантов являются водоплавающие птицы (таблица 4). Количество видов данной группы в разные годы варьировало от 19 до 21, доля в суммарной плотности – от 66,4 до 72,0%. Около 1/5 видов весенних мигрантов относятся к группе птиц, охотящихся с лету.

Таблица 4. – Эколого-морфологическая структура весенних мигрантов водно-болотных птиц, %

Эколого-морфологические группы	2008 г.			2009 г.			2011 г.			2012 г.		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Водоплавающие	42,0	66,1	79,2	42,0	66,4	79,8	43,8	68,9	83,8	41,3	72,0	82,6
Тростниковых зарослей	16,0	9,0	11,5	16,0	8,6	9,9	16,7	9,0	9,6	15,2	9,8	10,1
Охотящихся с лету	22,0	17,3	6,5	22,0	18,9	6,9	20,8	13,8	5,5	21,7	13,7	6,7
Лугово-болотные	20,0	7,6	2,7	20,0	6,1	3,5	18,8	8,2	1,1	21,7	4,5	0,7

Примечание: а – доля видов различных групп от общего числа видов; б – доля особей различных групп от общего числа особей; в – доля биомассы различных отрядов от общей биомассы.

Группа лугово-болотных птиц представлена десятью видами (в 2011г. – 9), что составляет 18,8–21,7% от общего числа видов. На их долю приходится 4,5–8,2% от суммарной плотности мигрантов (таблица 4). Относительно высокое видовое разнообразие характерно для птиц тростниковых зарослей, которые составляют 16,0–17,0% от общего количества видов.

По биомассе доминируют водоплавающие птицы, на долю которых в различные годы приходится 79,2–83,8% от общей биомассы орнитокомплекса. Это достигается за счет многочисленных видов (лысуха, кряква) и относительно малочисленных видов с высокой индивидуальной массой тела (серый гусь, лебедь-шипун, большой баклан и др.). Эта группа птиц также доминирует по биомассе на территории рыбхозов «Локтыши» и «Новоселки» [9; 10].

В 2011–2012 гг. численность и плотность населения мигрирующих водно-болотных птиц по сравнению с 2008–2009 гг. значительно снизились. Это в некоторой мере можно объяснить все увеличивающимся влиянием деятельности человека. С целью повышения рыбопродуктивности на рыбхозе значительно интенсифицирована хозяйственная деятельность, что повлекло за собой изменение структуры местообитаний. Отрицательное влияние на птиц в период миграций оказывает также шумовое отпугивание, интенсивный отстрел большого баклана и серой цапли. Согласно официальной статистике, в последние 10 лет весной отстреливается несколько сотен большого баклана и серой цапли. На изъятие птиц рыбхоз получил разрешение Минприроды Республики Беларусь. Проблема «рыбоядные птицы – рыбхоз» неоднократно обсуждалась в периодической печати [9; 10; 18]. Нами было отмечено, что из-за шумового отпугивания и стрельбы на прудах рыбхоза «Селец» многие птицы предпочитают останавливаться на отдых и кормежку на водохранилище, которое примыкает к рыбхозу, где более безопасно, или мигрируют дальше.

В целом эколого-морфологическая структура весенних мигрантов, как и трофическая, стабильна и флуктуирует в незначительной степени.

Заключение

В ходе проведенных исследований на рыбхозе «Селец» (2004–2014 гг.) были изучены видовой состав орнитокомплекса, биотопическое распределение, численность, биомасса, эколого-морфологическая и трофическая структура водно-болотных птиц в период весенних миграций.

1. За весь период исследований было выявлено 50 видов водно-болотных птиц – 8 отрядов, общая численность которых равна 16 910 особей.

2. Во время весенней миграции доминируют лысуха (19,7–25,5% от суммарного обилия) и большой баклан (11,3–23,2%), фоновыми являются озерная чайка (1,67–5,40 ос./100 га), кряква (2,50–4,80 ос./100 га), серая цапля (2,20–2,80 ос./100 га), красно-головая чернеть (1,54–2,40 ос./100 га), хохлатая чернеть (1,65–2,10 ос./100 га). В таксономической структуре наибольший вес имеет отряд ржанкообразные (16 видов, 32%), затем следует отряд гусеобразные (14 видов, 28%). По численности и биомассе птиц доминируют отряды гусеобразные и журавлеобразные.

3. Трофическая структура орнитокомплекса довольно стабильна и изменяется в незначительной степени. По количеству видов преобладают энтомофаги (33,3–34,8%) и ихтиофаги (20,8–22,0%); по численности – бентофаги (26,3–31,2%) и ихтиофаги (23,1–34,5%); по биомассе – ихтиофаги (34,4–48,0%), фитофаги (26,3–36,7%) и бентофаги (16,6–23,3%).

4. Наиболее многочисленной эколого-морфологической группой во все годы исследования весной являются водоплавающие птицы, на долю которых приходится

41,3–43,8% видов весенних мигрантов, 66,4–72,0% суммарной плотности и 79,2–83,8% суммарной биомассы.

5. Рыбхоз имеет высокую значимость для сохранения биоразнообразия в регионе, что подтверждается количеством зарегистрированных охраняемых видов птиц. Из 50 учетных видов 16 занесены в Красную книгу Беларуси с присвоением категории охраны (I–IV), 7 видов включены в список видов, требующих профилактической охраны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров, М. Е. Трансконтинентальные миграции птиц: новое в изучении и современные проблемы / М. Е. Никифоров, Н. В. Карлионова, П. В. Пинчук // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. ; под общ. ред. М. Е. Никифорова. – Минск : ООО «Мэджик» И. П. Вараксин, 2009. – Ч. 2. – С. 467–471.

2. Полуда, А. М. Значение Полесья для евро-азиатско-африканских миграций водно-болотных видов птиц / А. М. Полуда // Экология и охрана пойм и низинных болот Полесья : докл. межд. науч. конф., Минск, 21–24 мая 1997 г. – Минск, 2000. – С. 67–70.

3. Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, – 1967. – 519 с.

4. Гайдук, В. Е. Скопления водно-болотных птиц на аквальных лентических экосистемах Брестского Полесья в период миграций / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова, С. В. Абрамчук // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, окт. 2003 г. / Гомел. гос. ун-т имени Ф. Скорины, Гомел. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окружающей среды ; ред.: А. Н. Кусенков [и др.]. – Гомель : ГГУ, 2003. – С. 45–46.

5. Гайдук, В. Е. Биоритмы миграций водно-болотных птиц в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова // Прыроднае асяроддзе Палесся. Асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брест : Альтернатива, 2010. – Т. 1, вып. 3. – С. 14–18.

6. Абрамова, И. В. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Страдочь» в период весенней миграции / И. В. Абрамова, В. Е. Гайдук, С. И. Вальчук // Весн. Брэсцк. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2012. – № 2. – С. 10–20.

7. Абрамова, И. В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И. В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2007. – 208 с.

8. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2009. – 300 с.

9. Абрамчук, С. В. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Локтыши» / С. В. Абрамчук, В. Е. Гайдук // Весн. Брэсцк. ун-та. Сер. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2010. – № 2. – С. 26–32.

10. Абрамчук, С. В. Экология водно-болотной орнитофауны рыбхоза «Новоселки» / С. В. Абрамчук, В. Е. Гайдук // Весн. Брэсцк. ун-та. Сер. прыродазн. навук. – 2009. – № 2 (33). – С. 68–72.

11. Скарбы прыроды Беларусі / А. В. Казулін [і інш.]. – Мінск : Беларусь, 2002. – 160 с.

12. Птушкі Еўропы / пад рэд. М. Е. Нікіфарава. – Варшава : Навук. выдавецтва ПВН, 2000. – 540 с.

13. Dobrowolski, K. A. Structure of the occurrence of waterfowl types and morphoecological forms / K. A. Dobrowolski // Ekol. Pol. A 17. – 1969. – S. 29–72.

14. Jakubiec, Z. Zroznicowanie morfologiczno-ekologiczne ptakow wodno-blotnych / Z. Jakubiec // Wiad. Ekol. 24. – 1978. – S. 99–107.

15. Dombrowski, A. Zgrupowania ptaków wodno-blotnych na stawach rybnych nizinny Mazowieckiej w okresie polegowych koczowań / A. Dombrowski [i in.] // Kulon. – 2003. Т. 8, № 1. – С. 47–62.
16. Кузьякин, А. П. Зоогеография СССР / А. П. Кузьякин // Учен. зап. Моск. обл. пед. ин-та имени Н. К. Крупской. – М., 1962. – Т. 109. – С. 3–182.
17. Красная книга Республики Беларусь. Животные / редкол.: Л. И. Хоружик [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл., 2004. – 320 с.
18. Самусенко, И. Э. Динамика и современное состояние популяции большого баклана (*Phalacrocorax carbo*) в Беларуси на фоне развития проблемной ситуации «Бакланы – рыбное хозяйство» / И. Э. Самусенко // Бранта : сб. трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2008. – Вып. 11. – С. 181–199.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 05.03.2015

Abramova, I.V., Gaiduk V.E. Structure and Dynamics of Bird Population of Fish farm «Selets» during spring migration

The papers contain of the author's study of waterfowls (non Passeriformes) of the fish farm «Selets» district in march-may 2004–2014 years. A total number of 16980 birds of 50 water species (non Passeriformes) have been registered at the fish farm during that period. More than a half of them are listed in National Red-data book (3rd edition), 30 have European protection status (SPEC). The paper contains the data on ecological and morphological as well as trophic structure of ornitofauna.

УДК 597.6(476)

Е.С. Блоцкая

канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ, БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
И ЧИСЛЕННОСТЬ БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ (АМФИБИЯ)
В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ**

*В статье изложены результаты многолетних исследований (1995–2014 гг.) по распространению, биотопическому распределению и численности бесхвостых земноводных. Анализируется современное состояние амфибий в регионе и их охрана. В юго-западной Беларуси обитает 8 видов бесхвостых земноводных: *Bombina bombina* L., *Pelobates fuscus* Laur., *Bufo bufo* L., *B. calamita* Laur., *Hyla arborea* L., *R. lessonae* Camer., *R. terrestris* Nils., *R. temporaria* L, они населяют различные биотопы.*

Введение

Биология видов батрахофауны, жизнь которых в той или иной мере связана с лесными экосистемами, в Брестской области до середины XX века была слабо изучена. В большей мере внимание к этой группе амфибий было уделено в Беловежской пушке [1; 2]. Здесь в 1952–1955 гг. проводили исследования А.Г. Банников и З.В. Белова [1], по данным которых численность земноводных достигала 16,9 экз./км. Позже, в 1981–1982 гг. амфибии в Беловежской пушке изучал В.А. Бахарев [3–5]. Было показано, что численность их в пушке снизилась и стала равной 14,6 экз./км. Из обследованных 33 типов леса земноводные встречались лишь в 16 (48,5%). Степень изученности амфибий Беларуси на конец XX столетия дана в монографии М.М. Пикулика [6] и в энциклопедическом справочнике [7], в которых имеются данные об амфибиях Брестской области лесных экосистем, сведения фрагментарны по большинству видов и групп амфибий региона, за исключением остромордой лягушки. Некоторые сведения по амфибиям Брестской области имеются в работах автора этой статьи [8; 9]. В обобщающей работе [10] рассматриваются распространение, биотопическое распределение и численность амфибий региона. В последние десятилетия XX века и в начале XXI века появилось ряд работ по ландшафтной батрахофауне Беларуси [11; 12]. В работах С.М. Дробенкова были рассмотрены вопросы охраны редких видов герпетофауны Беларуси [13; 14], а также структурной организации герпетокомплексов Белорусского Полесья, количественный состав и численность ассоциаций амфибий и пресмыкающихся, в том числе лесных биоценозов [15].

Материал и методы

Видовой состав бесхвостых амфибий, распределение их по экосистемам и численность (кроме сеголеток) изучали в марте – ноябре в 1995–2014 гг. в различных районах Брестской области: Брестский, Ганцевичский, Ивацевичский, Каменецкий, Кобринский, Малоритский, Пинский, Столинский и др. Географические координаты крайних точек области 51° 30'–53° 24' с. ш. и 23° 11'–27° 37' в. д. Основной материал по различным параметрам биологии земноводных был собран на стационарах, в д. Любищицы и ее окрестностях Ивацевичского района и в лесах Ивацевичского лесхоза в и на базах полевых практик Брестского госуниверситета. Одна из таких баз находится в д. Орхово Брестского района. Здесь проводили исследования в мае – августе 1983–2014 гг. в Томашовском, Домачевском, Меднянском лесничествах Брестского лесхоза.

При изучении биологии земноводных использовали метод ленточных маршрутов (трансект) и пробных площадок размером 100х (2–4) м². Длина ленты равнялась

400–500 м и ширина 1–3 м и более в зависимости от количества учетчиков и густоты травяного покрова [6]. Учеты осуществлялись группами по 3–5, иногда 6–14 человек и проводились в период наибольшей суточной активности отдельных видов амфибий (днем, некоторых видов в сумерках или ночью). Общая продолжительность учетных маршрутов составляла около 240 км, общая площадь пробных площадок – 38 га. Полученные данные по маршрутным учетам и площадкам одного биотопа суммировались с последующим расчетом средней плотности на 1 га.

Изучение бесхвостых земноводных в лесных экосистемах проводили в тех участках, в которых находились водоемы (реки, озера, пруды, каналы), необходимые для размножения. Учет проводили не ближе 150 м и не дальше 900 м от водоема. Типы лесов приведены по сводке [16].

Лесистость в Брестской области составляет 32,9% территории области. На долю сосновых лесов приходится 59,6%, березовых – 16,8, черноольховых – 15,1, дубовых – 3,8, еловых – 3,2 [16], грабовых, ясеневых и др. лесов – приходится менее 1%.

В формацию сосновых лесов в Беларуси, которые занимают 57,6% лесопокрытой площади, входит 13 коренных типов леса, важнейшими из которых следующие: сосняк мшистый (42,0%), сосняк черничный (12,8%), сосняк вересковый (19,5%), сосняк орляковый (4,1%) и сосняк кисличный (2,0%). Формация еловых лесов объединяет 12 типов леса, чаще всего встречаются: ельник мшистый (25,5%), ельник кисличный (38,6%), ельник черничный (21,0%). Дубовые леса представлены 7 типами и в пойме рек – 5 типами дубрав. Наиболее распространены: дубрава орляковая (19,4%), дубрава черничная (21,9%) и дубрава кисличная (33,6%). В бородавчатоберезовые леса (12,0%), производные от сосняков, входит 8 и в производные от еловых и дубовых лесов – 9 типов. Чаще встречаются березняки мшистые (13,2%), березняки черничные (16,6%) и березняки орляковые (7,8%). Формация черноольховых лесов занимает 8,7% лесопокрытой площади с 9 типами леса. Самыми распространенными являются ольсы осоковые (27,7%), таволговые (32,1%) и крапивные (13,7%) [16].

Исследования были проведены в 40 типах леса, в том числе в сосновых лесах – 9, еловых – 7, березовых – 9, дубовых – 6, ольсах – 9.

В сборе материалов оказывали содействие студенты биологического факультета и факультета физического воспитания, а также преподаватели кафедры зоологии и генетики.

Результаты исследования и их обсуждение

В лесных экосистемах Брестской области встречается 8 видов бесхвостых амфибий (таблица 1). Типичными лесными видами являются остромордая и травяная лягушка, которые доминируют в батрахоценозах региона и в Беларуси в целом. Учет численности и плотности доминирующих видов в Беларуси показал, что плотность населения остромордой лягушки составляет 151,4 экз./га в лесных биоценозах, показатели плотности сильно варьируют. Численность второго доминанта – травяной лягушки – значительно ниже – в среднем по лесным экосистемам – 62,9 экз./га. Плотность колеблется в зависимости от типа леса и влажности среды. В припойменных ольшаниках и дубравах она достигала до 750–2000, а иногда более 3000 экз./га; в ельниках – 50–150 экз./га, в сосняках – 0–5 экз./га [6].

Таблица 1. – Встречаемость и плотность популяций бесхвостых амфибий в лесных экосистемах юго-запада Беларуси

Виды	Тренд численности	Встречаемость в лесах		Плотность популяций, экз./га		
		n	%	min	max	M
Краснобрюхая жерлянка <i>Bombina bombina</i> L.	0	3	7,5	1,2	240	41,0
Обыкновенная чесночница <i>Pelobates fuscus</i> Laur.	0	4	10,0	1,0	40	15,5
Обыкновенная жаба <i>Bufo bufo</i> L.	0	12	30,0	2,0	388	90,4
Камышовая жаба <i>Bufo calamita</i> Laur.	–	3	7,5	1,4	45	14,8
Обыкновенная квакша <i>Hyla arborea</i> L.	–	5	12,5	1,8	480	49,8
Прудовая лягушка <i>Rana lessonae</i> Camer.	+	2	5,0	1,0	110	38,5
Остромордая лягушка <i>Rana terrestris</i> Nils.	–	30	75,0	5,0	980	420,6
Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i> L.	0	16	40,0	2,4	410	180,3

Примечание: – численность снижается; 0 – численность стабильна; + – численность увеличивается.

Плотность остромордой лягушки в широколиственно-сосновых лесах Ивацевичского и Брестского лесхозов составляет 80–210, в среднем 160,0 экз./га; в ольшаниках – 130–610, в среднем 406,0 экз./га. Плотность травяной лягушки значительно ниже – в среднем 76,5 в ольшаниках и 52,4 экз./га в широколиственно-сосновых лесах [10]. Третью позицию по плотности населения занимает серая жаба. В ольшаниках и дубравах Припятского заповедника она была равна соответственно 19,8 и 15,9 экз./га [6]. Плотность серой жабы в ольшанике и широколиственно-сосновом лесу в Томашовском и Домачевском лесничествах Брестского лесхоза и в Ивацевичском лесничестве Ивацевичского лесхоза составляет соответственно 30–100, в среднем 62,0 и 18–70, в среднем 44,2 экз./га. Остальные 5 видов амфибий, выявленных в различных типах леса, являются малочисленными [10].

Основную роль в структуре батрахокомплексов играет остромордая лягушка – эвритопный многочисленный вид, который встречается в 75% типов леса от 40 нами изученных. Плотность вида в экосистемах, в которых он был выявлен, варьировала от 5 до 980 экз./га, в среднем 420,6 экз./га (таблица 1), что близко к средним данным для экосистем Белорусского Полесья [6]. Важную роль в сообществе амфибий играет травяная лягушка, которая отмечена в 40% типов леса, плотность которой варьировала в пределах 2,4–410,0 экз./га, в среднем 180,3 экз./га. Субдоминантом является серая жаба, встречающаяся в 30% типов леса с плотностью от 2 до 388, в среднем 90,4 экз./га. Сравнительно редкими видами зооценозов являются узкоареальные и стенотопные виды – камышовая жаба, квакша, краснобрюхая жерлянка.

Плотность бесхвостых амфибий в лесах сильно варьирует. Наименьшая она в сосновых лесах, что связано с относительно низкой влажностью и бедной кормовой базой. В сосняках были выявлены камышовая жаба и остромордая лягушка. Нами она отмечалась в сосняке черничном, кисличном и осоковом. В.А. Бахарев [4] находил амфибий только в кисличных и черничных сосняках. В ельниках встречается 4 вида, суммар-

ная плотность которых достигает до 258,2 экз./га (таблица 2). Отметим, что в Беловежской пушце в ельнике кисличном она равна была 250 экз./га [4].

В березовых лесах обитает 5 видов бесхвостых амфибий (таблица 2). Они были выявлены в следующих типах березняков: кисличном, крапивном, черничном, мшистом и приручейно-травяном. Численность каждого из них и суммарная приведена в таблице 2. В таких типах березняков встречались амфибии в Беловежской пушце.

Таблица 2. – Количество видов и средняя плотность населения бесхвостых амфибий по группам леса

Группа леса	№ видов	Плотность, экз./га								Суммарная плотность
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Сосняки	3			4,0	6,8			15,0		25,8
Ельники	4			14,6			24,5	190,7	28,4	258,2
Березняки	5		10,2	18,5		28,6		410,4	15,8	483,5
Ольсы	6	40,5		34,0		50,2	32,4	566,5	150,6	874,2
Дубравы	6		24,7	31,3	26,4	30,5		204,0	63,6	380,5

Примечание: 1 – краснобрюхая жерлянка; 2 – обыкновенная чесночница; 3 – серая жаба; 4 – камышовая жаба; 5 – обыкновенная квакша; 6 – прудовая лягушка; 7 – остромордая лягушка; 8 – травяная лягушка.

Наиболее благоприятные условия для амфибий имеются в ольсах и дубравах. В ольсах отмечено 6 видов земноводных, доминантами здесь являются остромордая лягушка и травяная лягушки. В небольшом количестве в этих лесах встречаются краснобрюхая жерлянка, обыкновенная квакша и серая жаба. Сходный зооценоз в дубравах, где выявлено 6 видов, новым видом является обыкновенная чесночница, но отсутствует краснобрюхая жерлянка (таблица 2).

С увеличением количества видов в батрахоценозах средняя плотность популяций амфибий возрастает, достигая предельного значения в 4–5-видовых группировках, при средней плотности 496,5–522,0 экз./га, затем в 6-видовых сообществах несколько снижается (таблица 3). Соотношение между числом видов и максимальным уровнем их плотности отражает допустимую экологическую емкость среды обитания. Структурное разнообразие батрахоценозов формируется обычно за счет доминирующих видов.

В Беловежской пушце прослежено изменение структуры батрахофауны в процессе сукцессии экосистем леса. Показано, что в конце XX века влажные леса заселяла почти половина всех видов земноводных по сравнению с его серединой [5]. В Шацком Национальном парке земноводные представлены 12 видами [17]. Прудовая лягушка и гибридная форма рассматриваются как *Rana esculenta complex*.

Камышовая жаба включена в Красную книгу Республики Беларусь [18], обыкновенная жерлянка и обыкновенная квакша занесены в дополнительный список КК РБ (проф.), требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. Ряд видов имеют международный статус охраны (таблица 1).

Изменчивость распределения амфибий по экосистемам проявляется в характере освоения наиболее типичных естественных и трансформированных экосистем. Она зависит от экологической пластичности видов и экологической емкости мест обитания. Наименьшее видовое разнообразие характерно для сосняков (40–60% от общего числа видов батрахофауны).

Таблица 3. – Видовая насыщенность и плотность населения амфибий лесных экосистем

N видов	Доля в структуре типов леса		Плотность населения, экз./га		
	n	%	min	max	M
1	8	20,0	1,0	1920	188,6
2	12	30,0	1,0	2460	250,0
3	8	20,0	4,0	3160	345,8
4	5	12,5	16,0	4450	496,5
5	4	10,0	18,2	5280	522,0
6	3	7,5	8,4	4570	418,5

К основным факторам, которые воздействуют на состояние популяций земноводных в юго-западной Беларуси, относятся: преобразование мест обитания и размножения, мелиоративное строительство и сельскохозяйственная деятельность; нарушение технологии применения минеральных удобрений и ядохимикатов; загрязнение среды обитания химикатами; выпас и прогон крупнорогатого скота на лугах, полях, лесных полянах, опушках леса.

Значительный ущерб амфибиям наносит резко возросшая в последние десятилетия рекреационная нагрузка на лесные экосистемы (сбор ягод и грибов) региона. В связи с этим крайне важна разъяснительная, пропагандистская работа с населением (плакаты, статьи, популярные книги, беседы и т.д.) о роли амфибий в экосистемах и жизни человека.

Заключение

На территории Брестской области выявлено 8 видов бесхвостых земноводных. Наиболее широко распространены остромордая и травяная лягушки, серая жаба. Камышовая жаба включена в основные категории Красной книги Республики Беларусь, а краснобрюхая жерлянка и обыкновенная квакша занесены в аннотированный список видов КК РБ, требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны.

Ряд видов: камышовая и серая жаба, остромордая и травяная лягушка – могут быть индикаторными видами состояния видоспецифических экосистем региона.

По обилию и богатству видового состава земноводных в Брестской области первостепенное положение занимают ольшаники и дубравы.

Современная лесохозяйственная деятельность человека, мелиорация земель не приводят к созданию таких лесных экосистем, которые были бы не пригодны для различных видов или хотя бы одного вида бесхвостых амфибий региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банников, А. Г. Материалы к изучению земноводных и пресмыкающихся Беловежской пуши / А. Г. Банников, З. В. Белова // Уч. зап. Моск. гор. пед. ин-та имени В. П. Потемкина, 1956. – Т. 61, вып. 4–5. – С. 385–402.
2. Голодушко, Б. З. Численность амфибий и рептилий и их роль в питании канюка и малого подорлика Беловежской пуши / Б. З. Голодушко // Фауна и экология наземных позвоночных Белоруссии. – Минск, 1961. – С. 143–149.
3. Бахарев, В. А. Особенности биологии камышовой жабы в Беловежской пуше / В. А. Бахарев // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование : тез. докл. IV обл. итог. науч. конф., Гомель, 1985 / Гомел. Гос. ун-т ; ред.: Б. П. Савицкий (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ, 1985. – С. 12–13.

4. Бахарев, В. А. Численность и особенности биотопического распределения земноводных и пресмыкающихся в Беловежской пуще / В. А. Бахарев // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование : тез. докл. IV обл. итог. науч. конф., Гомель, 1985. – Гомель : ГГУ, 1985. – С. 13–14.

5. Бахарев, В. А. Динамика батрахофауны пущи как результат сукцессии экосистем леса / В. А. Бахарев // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси : тез. докл. VIII зоол. науч. конф., Минск ; редкол.: М. М. Пикулик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 1999. – С. 152–153.

6. Пикулик, М. М. Земноводные Белоруссии / М. М. Пикулик. – Минск : Наука и техника, 1985. – 191 с.

7. Земнаводныя. Паўзуны : энцыкл. даведнік / пад рэд. чл.-кар. АН Беларусі М. М. Пікуліка. – Мінск : Беларус. Энцыкл., 1996. – 240 с.

8. Гайдук, В. Е. Кадастр позвоночных животных биосферного резервата «Прибужское Полесье» (Белорусский сектор трансграничного биосф. резерв. «Западное Полесье») / В. Е. Гайдук [и др.]. – Брест : Альтернатива. – 2014. – 80 с.

9. Гайдук, В. Е. Фауна земноводных и пресмыкающихся Брестской области / В. Е. Гайдук, В. А. Жук, Е. С. Блоцкая // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование : тез. докл. V обл. итог. науч. конф., Гомель, 20–23 нояб. 1988 г. / редкол.: Б. П. Савицкий (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ, 1988. – Ч. 1. – С. 73–75.

10. Гайдук, В. Е. Распространение, биотопическое распределение, суточные и сезонные биоритмы земноводных (*Amphibia*) в юго-западной Беларуси / В. Е. Гайдук, Е. С. Блоцкая, И. В. Абрамова // Вуч. запіскі Брэсцк. дзярж. ун-та імя А. С. Пушкіна : зб. навук. прац / БрДУ імя А. С. Пушкіна. – Брэст, 2013. – Вып. 9, ч. 2. – С. 71–83.

11. Пикулик, М. М. Ландшафтно-экологическая детерминированность биологического разнообразия герпетофауны / М. М. Пикулик // Проблемы изучения, сохранения и использования биологического разнообразия животного мира : тез. докл. VII зоол. конф., Минск, 27–29 сентября 1994 г. ; редкол.: М. М. Пикулик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Наука і техника, 1994. – С. 334–336.

12. Пикулик, М. М. Основные положения ландшафтной герпетологии / М. М. Пикулик // Проблемы ландшафтной экологии животных и сохранения биоразнообразия : мат. Респ. науч.-практ. конф., Минск, 28–29 дек. 1999 г. ; редкол.: М. М. Пикулик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГПУ, 1999. – С. 37–45.

13. Дробенков, С. М. Современное состояние и проблемы охраны редких видов герпетофауны Беларуси / С. М. Дробенков [и др.] // Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы : мат. Респ. науч. конф., Витебск, 12–13 дек. 2002 г. ; редкол.: В. Я. Кузьменко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск : Изд-во ВГУ имени П. М. Машерова, 2002. – С. 20–22.

14. Дробенков, С. М. Количественный состав и численность ассоциаций земноводных и пресмыкающихся в биоценозах Беларуси / С. М. Дробенков // Структурно-функциональное состояние биол. разнообразия жив. мира Беларуси : тез. докл. VIII зоол. науч. конф., Минск / НАН Беларуси. Ин-т зоол. ; редкол.: Б. И. Бычкова [и др.]. – Минск, 1999. – С. 158–159.

15. Дробенков, С. М. Структурная организация герпетокомплексов Белорусского Полесья / С. М. Дробенков // Проблемы экологии и экологического образования в постчернобыльский период : мат. Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 2000 г. ; редкол.: В. В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. – Мозырь : Белый ветер, 2000. – С. 180–182.

16. Юркевич, И. Д. Растительность Белоруссии и её картографирование, охрана и использование / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, В. С. Адериго. – Минск : Наука и техника, 1979. – 248 с.

17. Горбань, Л. І. Земноводні Шацького національного природного парку та їх охорона / Л. І. Горбань // *Наук. вісн. Волинськ. нац. ун-ту імені Лесі Українки*, 2009. – С. 198–200.

18. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: Л. И. Хоружик (пред.) [и др.]. Минск : Беларусь. Энцикл., 2004. – 320 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.04.2015

Blockaja E.S. Dissemination, Habitat Distribution, Abundance Anura Amphibians in the Forest Ecosystems of the South-Western Belarus

In the article presents the data of long-term of research (1995–2014 years) dissemination, habitat distribution, abundance anura amphibians. Analyzes the contemporary status of the anura amphibians in the region and their guards. In the south-western Belarus inhabits of 8 species of amphibians: Bombina bombina L., Pelobates fuscus Laur., Bufo bufo L., B. calamita Laur., Hyla arborea L., R. lessonae Camer., R. terrestris Nils., R. temporaria L. Inhabit different habitats.

УДК 504(476.7), 573.2

И.В. Бульская¹, А.П. Колбас², А.В. Кузьмицкий³, С.В. Зеркаль⁴

¹аспирант каф. химии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²начальник Центра экологии, доц. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

³магистрант биологического факультета

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

⁴канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ МУХАВЕЦ В ГОРОДЕ БРЕСТЕ

В статье представлены результаты исследования сообществ макрофитов водной и прибрежной зоны р. Мухавец на территории г. Бреста. Результаты свидетельствуют о снижении видового разнообразия и продуктивности фитоценозов по ходу реки в урбоэкосистеме, что отражает нарастающую антропогенную нагрузку на реку. Существенным фактором, оказывающим влияние на экологическое состояние р. Мухавец, является поверхностный сток.

Введение

Пресноводные экосистемы в наибольшей степени подвержены нарушению под воздействием деятельности человека [1], в первую очередь за счет изменения ландшафта [2]. Как умышленные, так и неумышленные изменения в реках и бассейнах рек чаще всего вызваны возрастающей нагрузкой со стороны сельского хозяйства и урбанизацией [1]. Урбанизация напрямую влияет на гидрограф речных систем, уменьшая проницаемость поверхностей, снижая пополнение грунтовых вод и способствуя выносу загрязнителей [1; 3]. Источниками поступления веществ антропогенного характера в водоемы являются: промышленные предприятия, сельскохозяйственные объекты, территории населенных пунктов и объектов рекреации, промышленные площадки и свалки отходов, емкости для хранения нефтепродуктов и химических веществ, системы канализации, объекты коммуникаций (автодороги, стоянки) и т.д. Вещества могут поступать как в растворенной форме, так и в виде взвешенных частиц.

Антропогенные изменения не распространяются обычно на весь водосбор реки и сконцентрированы вдоль русла рек. Одним из наиболее существенных изменений является трансформация растительности в прибрежной зоне [4]. Прибрежная зона представляет собой пограничную область между наземной и водной экосистемами. Она характеризуется уникальными гидрологическими, почвенными и биотическими условиями, подвергается существенному влиянию речной воды и отвечает за множество функций, определяющих сохранение экологических и эстетических условий рек [5; 6].

Резко возросшая нагрузка на реки со стороны сельского хозяйства и коллекторных инженерных систем подвергает биоту водотоков постоянно возрастающему давлению, приводящему к последствиям для разнообразия макрофитов и состава экосистем [7]. Эвтрофикация водотоков соединениями азота и фосфора является причиной серьезного изменения в составе растительных сообществ водотоков, приводя к тому, что закрепленные в грунте макрофиты могут быть постепенно заменены зелеными водорослями или фитопланктоном в результате недостатка света [8].

Сложившаяся система контроля и мониторинга аквальных экосистем базируется на анализе водной среды. Однако водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значи-

тельно снижает информативность и индикационную роль в мониторинговых исследованиях. В настоящее время в научных и прикладных исследованиях по эколого-геохимической оценке состояния водных объектов большее значение придается анализу депонирующих сред: высшей водной растительности и донным осадкам. Водные макрофиты часто используются как надежные индикаторы состояния экосистемы водотоков, т.к. разные виды растений чувствительны к изменениям в составе речной воды и/или гидрологических параметров [9]. В Беларуси и за рубежом появилось большое количество научных и прикладных разработок, посвященных индикаторной роли макрофитов и донных отложений в оценке степени загрязнения водных экосистем [10].

Река Мухавец, протекающая через город Брест, входит в бассейн реки Западный Буг и является одним из десяти наиболее загрязненных водоемов страны [11]. Поэтому мониторинг экосистем этой реки приобретает все большую актуальность.

Целью данной работы является оценка степени антропогенного воздействия на экосистему реки Мухавец на территории г. Бреста методами биоиндикации.

Задачи: 1) определение видового разнообразия водных и прибрежных фитоценозов; 2) оценка продуктивности фитоценозов; 3) выявление различий между отдельными участками р. Мухавец на территории г. Бреста и 4) оценка степени антропогенной нарушенности экосистемы.

Материалы и методы

Бассейн р. Мухавец расположен на западе Брестской области в верховье Прибужской равнины, в Брестском Полесье и занимает площадь 6 600 км². Наибольшая высота над уровнем моря 184 м, наименьшая – 143 м. Водный режим бассейна р. Мухавец формируется под воздействием умеренно-континентального климата, который определяется взаимодействием множества факторов, основными из которых являются солнечная радиация и циркуляционные процессы атмосферы. Бассейн р. Мухавец расположен в переходной зоне (от морского климата к континентальному), где ведущим климатообразующим фактором становится атмосферная циркуляция. По количеству выпадающих осадков водосбор р. Мухавец можно отнести к зоне достаточного увлажнения [12].

Для оценки антропогенной нагрузки на реку Мухавец нами было осуществлено детальное маршрутное обследование 4 участков (50 м × 2 м) реки Мухавец, где в период с июня по сентябрь 2015 года было выполнено геоботаническое описание прибрежно-водной растительности согласно стандартной методике [13]. На тех же участках проведена оценка продуктивности экосистемы на 4-х пробных площадках размером 1 × 1 м для каждого участка. Для этого были определены масса надземных частей макрофитов (сухая) и встречаемость зафиксированных видов в пределах экспериментальных участков.

В предыдущих исследованиях было отмечено ухудшение качества воды в р. Мухавец при прохождении территории города во время выпадения атмосферных осадков (таблица 1) [14], предположительно связанное со сбросом поверхностного стока системой городской ливневой канализации, не подвергающегося очистке. Для исключения влияния концентрированного поверхностного стока с территории города на изучаемые фитоценозы опытные стационары были определены следующим образом (рисунок 1):

а) стационар 1 (выше по течению реки, чем первый коллектор, осуществляющий сброс поверхностного стока);

б) стационары 2, 3 и 4 (на территории города, все на 500 м ниже одного или нескольких магистральных коллекторов, отводящих поверхностный сток с территории города).

Сходство видового состава опытных стационаров оценивалось с помощью коэффициента Жаккара [15]:

Стационары 1 и 4 статистически значимо (по критерию Стьюдента) отличаются от стационаров 2 и 3. Повышение продуктивности на четвертом стационаре произошло в первую очередь за счет прибрежных, а не водных видов растений (манника большого, зюзника европейского, мяты, осоки).

Таблица 2. – Разнообразие видов макрофитов на пробных стационарах (названия приводятся по [16])

№ п/п	Вид		Семейство		стационар			
	Русское название	Латинское название*	Русское название	Латинское название*	1	2	3	4
1	Аир болотный	<i>Acorus calamus</i> L.	Ароидные	<i>Araceae</i> Juss.	+	+	+	+
2	Альдранда пузырчатая	<i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	Росянковые	<i>Droseraceae</i> SalisB.	+			
3	Буквица лекарственная	<i>Betonica officinalis</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.		+		
4	Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	Злаки	<i>Poaceae</i> Barnhart.			+	
5	Вербейник иволистный	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Первоцветные	<i>Primulaceae</i> Vent.		+		
5	Вех ядовитый	<i>Cicuta virosa</i> L.	Зонтичные	<i>Apiaceae</i> Lindl.	+	+		
6	Водокрас лягушачий	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Водокрасовые	<i>Hydrocharitaceae</i> Juss.	+			+
7	Горец земноводный	<i>Persicaria amphibia</i> L.	Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> J.	+			
8	Дербенник иволистный	<i>Lythrum salicaria</i> L.	Дербенниковые	<i>Lythraceae</i> Jaume.			+	
9	Донник лекарственный	<i>Melilotus officinalis</i> L.	Бобовые	<i>Fabaceae</i> Lindl.			+	
10	Зюзник европейский	<i>Lycopus europaeus</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			+
11	Ирис ложноаирный	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Касатиковые	<i>Iridaceae</i> Juss.	+			
12	Схеноплектусозерный	<i>Schoenoplectu Lacustris</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+	+		
13	Кубышка желтая	<i>Nuphar Lutea</i> L.	Кувшинковые	<i>Nymphaeaceae</i> Salisb.	+	+	+	+
14	Кувшинка белая	<i>Nymphaea alba</i> L.	Кувшинковые	<i>Nymphaeaceae</i> SalisB.	+			
15	Манник большой	<i>Glyceria maxima</i> R. Br.	Мятликовые	<i>Gramineae</i> Juss.	+	+	+	+
16	Манник тростниковый	<i>Glyceria arundinacea</i> L.	Злаки	<i>Poaceae</i> Barnhart.				+
17	Мята водная	<i>Mentha aquatica</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+	+		+
18	Мята перечная	<i>Mentha piperita</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			+
19	Окопник лекарственный	<i>Symphytum officinale</i> L.	Бурачниковые	<i>Boraginaceae</i> J.		+		
20	Осока береговая	<i>Carex riparia</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+			
21	Осока пузырчатая	<i>Carex vesicaria</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.			+	+
22	Осока черная	<i>Carex nigra</i> L.	Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	+	+		+
23	Паслен сладкогорький	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Пасленовые	<i>Solanaceae</i> Juss.	+			+

Продолжение таблицы 2

24	Паслен черный	<i>Solanum nigrum</i> L.	Пасленовые	<i>Solanaceae</i> Juss.	+			+
25	Рдест блестящий	<i>Potamogeton lucens</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+		+	
26	Рдест курчавый	<i>Potamogeton crispus</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+	+	+	
27	Рдест плавающий	<i>Potamogeton natans</i> L.	Рдестовые	<i>Potamogetona- ceae</i> Dumort.	+			+
28	Рогоз узколистный	<i>Typha angustifolia</i> L.	Рогозовые	<i>Typhaceae</i> Juss.	+	+	+	+
29	Рогоз широколистный	<i>Typha latifolia</i> L.	Рогозовые	<i>Typhaceae</i> Juss.	+			
30	Роголистник погруженный	<i>Ceratophyllum de- mersum</i> L.	Роголистни- ковые	<i>Ceratophyllaceae</i> S, F, Gray.				+
31	Ряска трехдольная	<i>Lemna trisulca</i> L.	Рясковые	<i>Lemnaceae</i> S,F,Gray	+	+		+
32	Сальвиния плавающая	<i>Salvinia natans</i> L.	Сальвиниевые	<i>Salviniaceae</i> Dumort.	+			
33	Стрелолист обыкновенный	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	Частуховые	<i>Alismataceae</i> V.	+	+	+	+
34	Сусак зонтичный	<i>Butomus umbellatus</i> L.	Сусаковые	<i>Butomaceae</i> Rich.		+		+
35	Тростник южный	<i>Phragmites australis</i> Cav.	Злаки	<i>Poaceae</i> B.	+			
36	Тысячелистник хрящеватый	<i>Achillea cartilaginea</i> L.	Астровые	<i>Asteraceae</i> Du- mort.		+		
37	Частуха подорожниковая	<i>Alisma plantago – aquatica</i> L.	Частуховые	<i>Alismataceae</i> V.	+			
38	Черда трехраздельная	<i>Bidens tripartita</i> L.	Астровые	<i>Asteraceae</i> Du- mort.	+	+	+	
39	Чистец болотный	<i>Stachys palustris</i> L.	Яснотковые	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	+			
40	Щавель водный	<i>Rumex aquaticus</i> L.	Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> Juss.	+	+		
41	Щавель конский	<i>Rumex convertus</i> Juss.	Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> Juss.			+	

Таблица 3. – Сходство видового разнообразия стационаров по коэффициенту Жакара (K_j)

Стационар	1	2	3	4
1		37,14%	19,44%	40,00%
2			29,00%	32,14%
3				23,08%

Таблица 4. – Изменение биомассы, плотности и встречаемости по стационарам на примере манника большого

Параметры	Стационар			
	1	2	3	4
биомасса, г/м ²	120,53	38,33	66,63	254,25
плотность, шт/м ²	13,5	8,25	20,75	43,75
встречаемость, %	16,22	18,75	28,33	35,64

Виды, зафиксированные на всех стационарах (5 видов): манник большой, аир болотный, кубышка желтая, стрелолист обыкновенный, рогоз узколистый, – обладают значительной устойчивостью и являются потенциальными индикаторами для мониторинга на организменном, популяционном и фитоценотическом уровне – их биомасса, численность и встречаемость может служить индикаторным признаком при определении экологического статуса выбранного участка реки (таблица 4). Так, биомасса манника большого повторяет тенденцию общей продуктивности фитоценозов. Повышенная плотность при незначительной продуктивности в популяции этого вида на стационаре 3 объясняется уменьшением размеров растений и замедлением в их развитии.

Виды, обнаруженные на нескольких стационарах: мята водная, осока черная, рдест курчавый, ряска трехдольная, череда трехраздельная, – могут служить индикаторами на биоценотическом уровне. Такие высокочувствительные, зачастую редкие, виды, как альдрованда пузырчатая, водокрас лягушачий, горец земноводный, ирис ложноаировый, кувшинка белая, осока береговая, рдест плавающий, окопник лекарственный, сальвиния плавающая, трос-тник южный, чистец болотный, зафиксированы только на первом и втором стационарах. Большинство этих видов являются погруженными и напрямую контактируют с водной средой. Элиминация этих видов отражает возрастание антропогенной нагрузки и, в первую очередь, повышение концентрации ионов (таблица 1).

Таксономический анализ обнаруженных видов показал, что на стационарах происходит изменение количества семейств (17, 15, 11 и 13 семейств соответственно). Отмечено также и изменение представительства семейств с увеличением антропогенной нагрузки, причем в первую очередь это происходит за счет увеличения доли яснотковых, злаковых, рдестовых и пасленовых (рисунок 3, 3). Практически на постоянном уровне сохраняется представительство осоковых.

Видовой состав водных растительных сообществ позволяет довольно точно охарактеризовать экологическое состояние экосистемы [17]. Причиной снижения видового разнообразия макрофитов в водотоках в значительной мере является загрязнение вод, в частности, возрастающая нагрузка по нутриентам. Появление на четвертом стационаре роголистника погруженного и увеличение продуктивности аира болотного также подтверждают возрастающую степень эвтрофикации [9; 17]. Такие виды растений, как аир болотный, роголистник погруженный, манник большой и рдест курчавый, могут также выступать индикаторами органического загрязнения водоема [9; 17; 18].

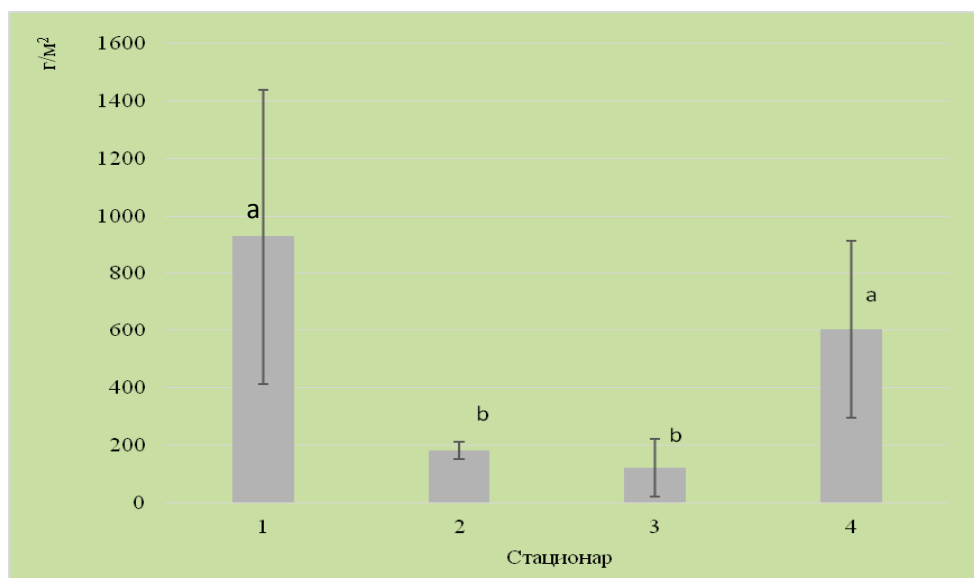


Рисунок 2. – Средняя продуктивность биоценозов на опытных стационарах
* буквы a, b указывают на наличие статистически значимых отличий

Снижение структурного разнообразия речного русла также является одной из причин снижения видового разнообразия макрофитов [9]. В г. Бресте данный эффект хорошо заметен в стационаре 3, расположенном в непосредственной близости от речного порта. Береговая линия в данном стационаре претерпела наибольшие антропогенные изменения в сравнении с другими стационарами, поэтому снижение видового разнообразия и разнообразия семейств растений в стационаре 3 выражено наиболее резко. Благоустройство и укрепление речных берегов ведет к возрастанию скорости течения, создавая условия для преобладания видов с большим процентом плотных тканей и более высокой механической устойчивостью [9]. Это может служить объяснением относительного возрастания доли злаковых растений в растительных сообществах от первого к четвертому стационару (таблица 4, рисунок 3).

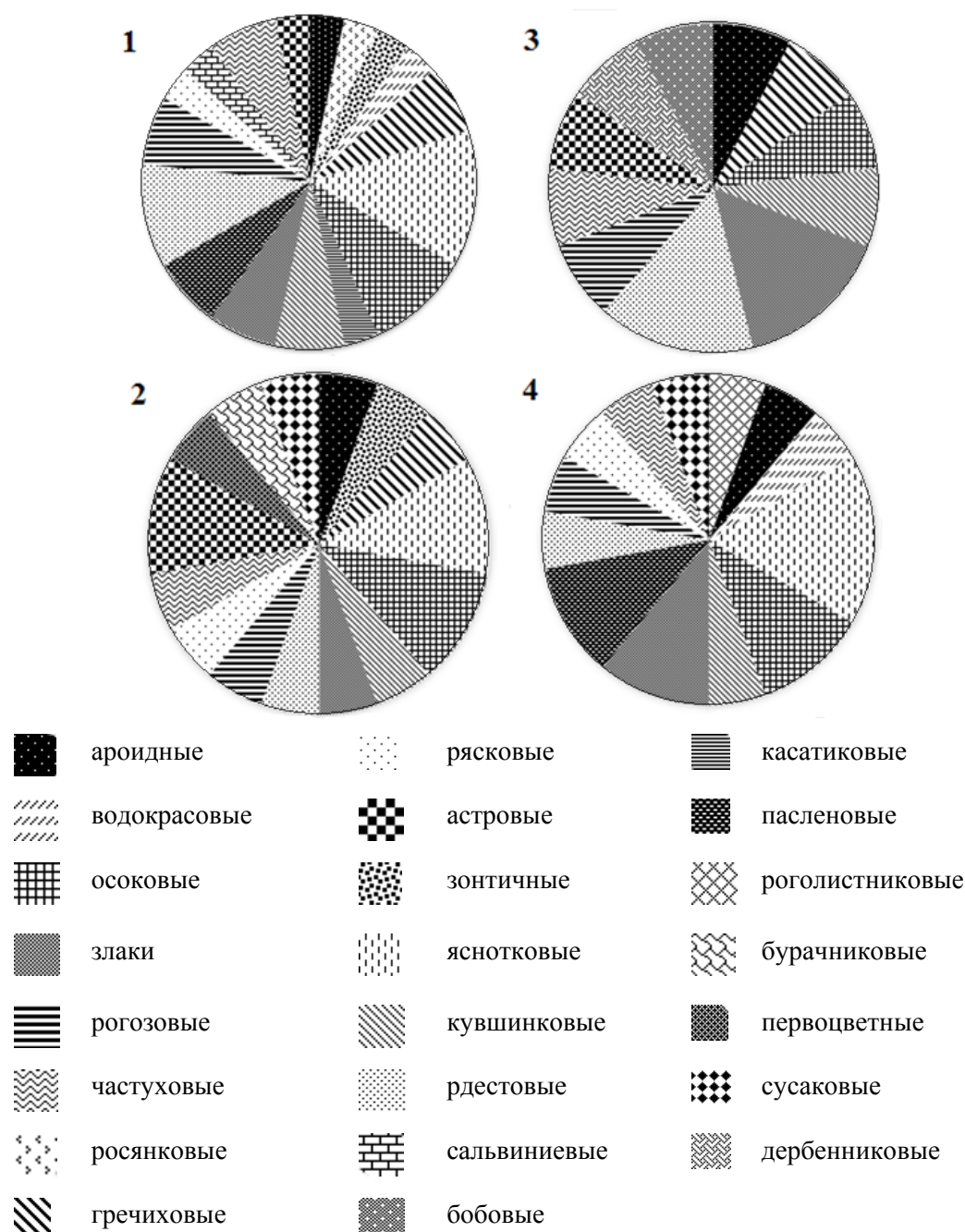


Рисунок 3. – Встречаемость представителей различных семейств на опытных стационарах (1, 2, 3 и 4 соответственно)

Относительное улучшение показателей на стационаре 4 можно объяснить тем, что на промежутке от стационара 3 до стационара 4 река Мухавец протекает мимо водоохранной территории водозабора и по мемориальному комплексу «Брестская крепость», представляющими собой благополучные в экологическом плане территории [19], и, таким образом, создаются условия для самоочистки и улучшения качества воды. На этих участках минимизирована также и антропогенная трансформация берега. Однако влияние городской среды все же остается существенным и на данном участке: наблюдается значимое снижение разнообразия видов.

Важнейшие источники поступления нутриентов в реку Мухавец в урбоэкосистеме: диффузный сток с прибрежных территорий, поверхностный сток, сбрасываемый через систему городской ливневой канализации, атмосферные осадки [14]. Коммунальные сточные воды практически не попадают в р. Мухавец, так как после очистных сооружений отводятся в р. Западный Буг. Данные, полученные биоиндикационными методами, подтверждают тенденцию к ухудшению состояния водной экосистемы р. Мухавец при протекании по территории г. Бреста, обнаруженную ранее с помощью физико-химических методов (таблица 1) [14].

Интерес представляет дальнейшее более детальное изучение экологических условий и растительных сообществ (характера и состава донных отложений, динамики химического состава вод и растительности).

Заклучение

В ходе данного исследования в пределах городской территории нами было обнаружено 42 вида водных и прибрежных растений, относящихся к 23 семействам. По ходу течения реки в пределах территории г. Бреста зафиксировано снижение видового разнообразия и продуктивности водных и прибрежных фитоценозов. Основными причинами данных изменений следует считать антропогенную трансформацию речного русла и загрязнение речных вод на территории города, в первую очередь за счет поверхностного стока. Проведенная нами оценка показала существенные различия в экологическом состоянии между участками реки на территории города. Результаты исследования доказывают наличие существенной антропогенной нагрузки на р. Мухавец на территории г. Бреста. Рекомендовано использовать данный метод и выявленные виды-индикаторы высшей водной растительности в рутинных биомониторинговых исследованиях водоемов в урбоэкосистемах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gaudi, A. The human impact on the natural environment. Past, present and future sixth ed. / A. Gaudi. – Blackwell Publishing, 2005. – 376 p.
2. Allan, J. D. Biodiversity conservation in running waters / J. D. Allan, S. A. Flecker // *BioScience*. – 1993. – № 43 (1). – P. 32–443.
3. Chin, A. Urban transformation of river landscapes in a global context / A. Chin // *Geomorphology*. – 2006. – № 79 (3–4). – P. 460–487.
4. Davies, B. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape / B. Davies [et al.] // *Agric. Ecosyst. Environ.* – 2008. – № 125 (1–4). – P. 1–8.
5. Richardson, J. S. Aquatic arthropods and forestry: large-scale land-use effects on aquatic systems in nearctic temperate regions / J. S. Richardson // *Can. Entomol.* – 2008. – № 140 (4). – P. 495–509.
6. Kopec, D. The impact of land use and water quality on the flora of ecotones along a small lowland river (Central Poland) / D. Kopec [et al.] // *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. – 2014. – Vol. 43, Is. 2. – P. 138–146.

7. Kozłowski, G. Eutrophication and endangered aquatic plants: an experimental study on *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl. (Alismataceae) / G. Kozłowski, S. Vallelian // *Hydrobiologia*. – 2009. – № 635. – P. 181–187.
8. Marques, J. C. Impact of eutrophication and river management within a framework of ecosystem theories / J. C. Marques [et al.] // *Ecological Modelling*. – 2003. – № 166. – P. 147–168.
9. Steffen, K. Diversity loss in the macrophyte vegetation of northwest German streams and rivers between the 1950s and 2010 / K. Steffen [et al.] // *Hydrobiologia*. – 2013. – Vol. 706. – P. 1–19.
10. Власов, Б. П. Содержание тяжелых металлов в водных растениях водоемов и водотоков Беларуси по данным мониторинга / Б. П. Власов, Н. Д. Грищенкова // *Вест. БГУ. Сер. 2*. – 2011. – № 3. – С. 117–121.
11. Названы самые чистые и самые грязные водоемы и водотоки в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.tut.by/society/453104.html>. – Дата доступа: 11.09.2015.
12. Мухавец: энциклопедия малой реки / А. А. Волчек [и др.]. – Брест : Академия. – 2006. – 344 с.
13. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: методы изучения / В. М. Катанская ; АН СССР, Ин-т озероведения. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
14. Bulskaya, I. Pollution of surface runoff from the territory of Brest, Belarus / I. Bulskaya, A. Volchek // *Water Science & Technology: Water Supply* – 2015. – № 15.2. – P. 256–262.
15. Нешатаев, Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов / Ю. Н. Нешатаев. – Изд. Ленингр. ун-та, 1987. – 188 с.
16. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
17. Власов, Б. П. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды : метод. рекомендации / Б. П. Власов, Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2002. – 84 с.
18. Савицкая, К. Л. Оценка экологического состояния малых рек на основе биологического индекса макрофитов / К. Л. Савицкая // *Вестн. БГУ*. – 2014. – Сер. 2. – № 3. – С. 22–27.
19. Колбас, А. П. Использование показателей стабильности развития древесных растений для оценки качества среды городских территорий (на примере г. Бреста) / А. П. Колбас, Н. Ю. Колбас // *Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац : у 2 т. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (адк. рэд.) [і інш.]. – Брест : Альтернатыва, 2010. – Т. 1, вып. 3. – С. 60–63.*

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 18.06.2015

Bulskaya I.V., Kolbas A.P., Kuzmitski A.V., Zerkal S.V. Evaluation of Ecological State of the Mukhavets in Brest City

The article presents the results of the research on water and coastal zone macrophytes communities of the river Mukhavets in the city of Brest. The results show a decrease in species diversity and productivity of phytocenoses along the river in urban ecosystems reflecting the increasing human impact on the river. A significant factor influencing the ecological state of the river Mukhavets is surface runoff.

УДК 581.192.4:577.127.4:582.734:543.544.5.068.7

Н.Ю. Колбас*канд. биол. наук, доц. каф. химии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СОСТАВА АНТОЦИАНОВОГО КОМПЛЕКСА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ**

*В статье представлены результаты ВЭЖХ-МС анализа антоцианового комплекса плодов разных стадий созревания для пяти представителей Rosaceae. Всего идентифицировано 18 различных антоцианов. В процессе созревания повышается общее содержание и концентрации индивидуальных антоцианов; для плодов *Amelanchier spicata* качественный состав антоцианов постоянен, а для *Rubus* изменяется за счет появления минорных компонентов. Стадия спелости не влияет на наличие ацильного и дисахаридного компонентов в химической структуре антоциана.*

Введение

Несмотря на существующее разнообразие, плоды растений в своем развитии проходят одинаковые фазы, приводящие в итоге к созреванию. В настоящее время хорошо изучены физиологические процессы роста, дыхания плодов, а также механизмы их регуляции [1], однако биохимический аспект процесса созревания изучен не достаточно. При этом исследование биохимических процессов необходимо для установления оптимальных сроков заготовки плодов в зависимости от их дальнейшего использования, так как важнейшие потребительские качества – вкус, размер, окраска, устойчивость в хранении и пригодность для переработки – формируются во время созревания.

Одними из биологически активных соединений, широко применяемых в фармакологии, пищевой и косметической промышленности, являются антоцианы. Антоцианы составляют одну из групп фенольных соединений и в растительном организме чаще присутствуют в форме гликозидов. Агликоны антоцианов по химической структуре являются полигидрокси- и полиметокси- производными катиона 2-фенилбензопирилюма (флавилиум-катион или 2-фенилхромен-катион) [2].

Обмен антоцианов в растительном организме связан с метаболизмом фенольных соединений, в том числе флавонолов и флаван-3-олов [3, с. 69–72]. Литературные сведения об изменении пропорций отдельных антоцианов в процессе созревания плодов фрагментарны [4–6], в связи с чем требуют детализации и дополнения.

Цель данной работы – изучить качественный и количественный состав антоцианов в процессе созревания плодов для пяти представителей семейства *Rosaceae* Juss. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- 1) установить качественный и количественный состав антоцианов для каждой стадии созревания плодов *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* L., *Rubus nessensis* W. Hall. и *Rubus idaeus* L.;
- 2) изучить корреляционные связи между содержанием антоцианов и других фенольных соединений (флавонолов и флаван-3-олов);
- 3) дать практические рекомендации по срокам заготовки плодов.

Материалы и методы исследования

Исследуемые виды были идентифицированы согласно определителям [7; 8]. Для темноплодных представителей рода *Rubus* (*R. nessensis*, *R. caesius*, *R. fruticosus*) и *A. spicata* были обозначены четыре, а для *R. idaeus* – три стадии созревания плодов, морфологические особенности которых представлены в таблице 1. Индекс спелости для плодов каждой стадии определяли как отношение содержания растворимых сахаров к тит-

руемой кислотности [9]. Плоды *A. spicata* и *R. idaeus* заготавливали в конце июня – начале июля с интервалом 7 дней, а плоды *R. nessensis*, *R. caesius* и *R. Fruticosus* – в течение июля с интервалом 5 дней.

Таблица 1. – Характеристика стадий спелости плодов пяти представителей семейства *Rosaceae*

Стадия	Окраска	Индекс спелости	% сухих веществ
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch.			
Ia	красная	18,86	23,68
Iб	красно-фиолетовая	38,33	27,84
II	темно-синяя	50,52	27,77
III	темно-синяя, серый налет	87,50	26,89
<i>Rubus caesius</i> L.			
Ia	50% костянок красные	1,74	12,36
Iб	50% костянок красные, 50 % красно-бурые	2,49	12,94
II	100% костянок темно-синие	4,32	14,26
III	100% костянок темно-синие с сизым налетом	7,07	14,68
<i>Rubus fruticosus</i> L.			
Ia	50% костянок красные	1,80	23,51
Iб	100% костянок красно-бурые	2,73	20,43
II	100% костянок темно-синие, имеют блеск	5,12	17,85
III	100% костянок темно-синие, матовые	8,39	21,26
<i>Rubus nessensis</i> W. Hall.			
Ia	50% костянок красные	1,93	15,67
Iб	100% костянок красно-бурые	2,79	15,23
II	100% костянок темно-синие, имеют блеск	4,53	16,87
III	100% костянок темно-синие, матовые	7,02	17,53
<i>Rubus idaeus</i> L.			
I	розовая	3,10	20,54
II	малиновая	6,18	19,44
III	темно-малиновая	10,74	19,96

Собранные плоды каждого вида и каждой стадии созревания подвергали глубокой заморозке при температуре -40°C , затем отдельные порции, массой 100 г, сушили сублимацией без доступа света (лиофилизатор Alpha 2–4, фирма «Christ», Германия) и измельчали до частиц диаметром 1 мм (вибрационная мельница MM 200, фирма «Retsch», Германия). Антоцианы многократно экстрагировали 1% соляной кислотой в метаноле. Каждый этап экстракции длился 10 минут при температуре $+22^{\circ}\text{C}$ и максимальном давлении 1 500–1 700 *psi*, в инертной атмосфере азота с применением экстрактора ASE-350 (фирма «Dionex», США). Растворитель из полученных экстрактов отгоняли под вакуумом, при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ с использованием роторного испарителя LABOROTA 4 002 control («Heidolph», Германия), остатки сушили сублимацией без доступа света и далее анализировали. Пробподготовку плодов каждой партии проводили в трехкратной повторности.

Анализ антоцианов проводили методом ВЭЖХ-МС, используя систему сепарации и анализа Accela High Speed LC. Разделение компонентов осуществляли на хроматографической колонке с обращенной фазой C18 Hypersil Gold (50 × 2,1 мм; размер час-

тиц силикагеля 1,9 мкм; «Thermo Fisher Scientific», США). Элюирование вели при температуре +40°C и фиксированной пропускной способности 0,3 мл в минуту, при этом объем инъекционного образца составил 20 мкл. В качестве мобильной фазы А применяли водный раствор HCOOH (0,1%-ный раствор – для качественного и 5%-ный – для количественного анализа антоцианов). В-мобильной фазой служил 5%-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле со следующим градиентом элюирования: 30% В, 0–10 минут; 30–100% В, 10–11 минут; 100% В, 11–13 минут; 100–0% В, 13–14 минут; стабилизация системы в течение 4 минут. Длина волны детектирования составила 520 нм.

Для идентификации антоцианов использовали одностадийный квадрупольный масс-спектрометрический детектор MSQ Plus. Пробы анализировались при полном сканировании MS-зависимых данных для модели положительно заряженного иона с соотношением молекулярной массы к заряду (m/z) от 100 до 1000 Da. Программное обеспечение ВЭЖХ-МС анализа – Xcalibur software («Thermo Fisher Corp.», США).

Концентрацию каждого антоциана и общее их содержание выражали в пересчете на мг цианидин 3-О-глюкозида, содержащегося в 1 г сухих плодов (мг Цн-глю/г).

Содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрически по методу *Folin-Ciocalteu* при $\lambda = 765$ нм [10]. Общее количество фенольных соединений (ОКФС) рассчитывали в мг галловой кислоты в пересчете на г сухих плодов (мг ГК/г). Определение общего количества флаван-3-олов (катехинов) проводили согласно методике [11, с. 174] при длине волны 550 нм и выражали в мг катехина на г сухих плодов. Количественный анализ флавонолов проводили по реакции с хлоридом алюминия при $\lambda = 415$ нм [12, с. 113] и выражали в мг кверцетина на г сухих плодов. Анализы по содержанию фенольных соединений, а также флаван-3-олов и флавонолов выполнены с применением спектрофотометра Proscan MC 122 (РБ). Зависимость концентраций стандартов от оптической плотности растворов для каждого метода была линейной.

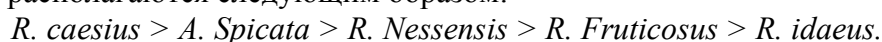
Для статистической обработки полученных данных применяли программу R software (version 2.14.1, R Foundation for Statistical Computing, Австрия).

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного ВЭЖХ-МС анализа при $\lambda = 520$ нм было детектировано и идентифицировано 18 различных антоцианов, из них 12 выявлены в экстрактах плодов *R. caesius*, 9 – *R. fruticosus*, по 8 – в экстрактах плодов *R. nessensis* и *R. idaeus*, 4 – в составе плодов *A. spicata* (таблица 2). Подробная характеристика полученных хроматограмм представлена в работах [13; 14]. Антоцианы плодов представителей рода *Rubus* на 94–97%, а *A. spicata* на 100% представлены производными цианидина (Цн).

Общее количество антоцианов повышается в процессе созревания плодов пяти изученных видов (таблица 2). Для *A. spicata* значение данного параметра возрастает с 5,27 до 32,47, для *R. caesius* – с 2,48 до 36,59; для *R. fruticosus* – с 1,09 до 19,00; *R. nessensis* – с 1,96 до 28,48 и для *R. idaeus* – с 0,91 до 4,57 мг Цн-глю/г. В плодах *R. caesius* значительное увеличение параметра наблюдается на Iб (в 3,3 раз), затем на II (в 3,8 раз). Аналогично и для плодов *R. fruticosus* – на стадиях Iб (в 3 раза) и II (в 3,5 раз). Накопление антоцианов в плодах *R. nessensis* Iб стадии созревания по сравнению с Ia незначительно, увеличение составляет лишь 24%. Однако уже на II стадии количество антоцианов увеличивается в 5,8 раз. Максимум накопления антоцианов в плодах *R. idaeus* приходится на II стадию созревания и превышает значения параметра для I стадии в 3,8 раз. Дальнейшее увеличение содержания этих веществ незначительно и находится в пределах статистической погрешности.

Изученные виды в порядке снижения общего количества антоцианов в их зрелых плодах располагаются следующим образом:

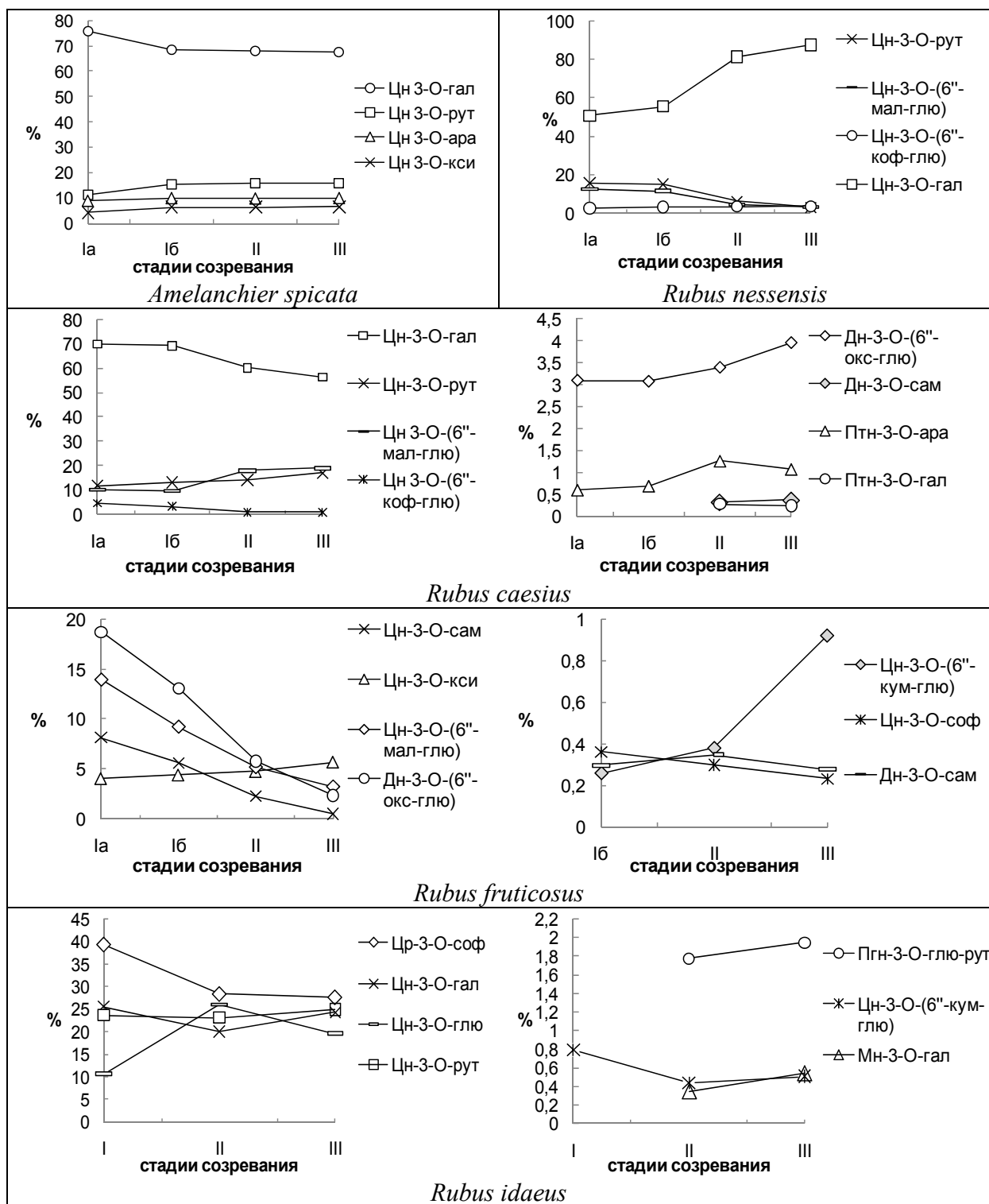


I.O. Vvedenskaya с соавторами [6] отмечают повышение концентраций всех компонентов антоцианового комплекса плодов *Vaccinium macrocarpon* Ait. в процессе их созревания [6]. Аналогичная зависимость выявлена нами для плодов пяти видов *Rosaceae* (таблица 2). Тем не менее, несмотря на то, что для *A. spicata* Цн 3-*O*-галактозид на всех стадиях созревания является доминирующим, его содержание снижается с 75,8% до 67,5% (рисунок 1). Процентное содержание других антоцианов повышается: с 11,1% до 16,0% для Цн 3-*O*-рутинозида, с 8,9% до 9,9% для Цн 3-*O*-арабинозида и с 4,2 до 6,5% для Цн 3-*O*-ксилозида. При этом снижение содержания доминирующего антоциана пропорционально суммарному увеличению содержания трех других. Это может указывать на роль Цн 3-*O*-галактозида как предшественника Цн 3-*O*-рутинозида, Цн 3-*O*-арабинозида и Цн 3-*O*-ксилозида в их биосинтезе.

Динамика изменения процентного содержания индивидуальных антоцианов для плодов *R. caesius* была различной (рисунок 1). Содержание доминирующего антоциана – Цн 3-*O*-галактозида снижается с 70,0% до 60,2% на II и до 56,3% на III стадии. Постепенное снижение относительного содержания (с 4,5% до 0,8% на III стадии) характерно также для Цн 3-*O*-(6''-кофеил-глюкозида). Четыре антоциана демонстрируют обратную тенденцию. Относительное содержание Цн 3-*O*-рутинозида повышается с 11,8% на Ia до 16,9% на III стадии созревания. Для Цн 3-*O*-(6''-малонил-глюкозида) параметр увеличивается с 10,0% до 17,9% и 18,9% на II и III стадиях соответственно. Для дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозида) параметр постепенно увеличивается с 3,0% до 3,95%. Содержание петунидин 3-*O*-арабинозида на Ia и Ib стадиях невелико и составляет 0,6% и 0,7% соответственно, на II и III стадиях параметр увеличивается почти в 2 раза. Для минорных компонентов изменения параметра незначительны.

Согласно одной из теорий биосинтеза метилированных антоцианов предшественником петунидина является неметилированный антоциан дельфинидин [15]. В плодах *R. caesius* дельфинидин входит в состав антоцианов как большой (дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозид)), так и малой (дельфинидин 3-*O*-самбубиозид) концентрации. Соединения же петунидина являются только минорными компонентами. Дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозид) и петунидин 3-*O*-арабинозид содержатся в плодах каждой стадии созревания и демонстрируют сходную динамику относительного содержания на Ia, Ib и II стадиях. И дельфинидин 3-*O*-самбубиозид, и петунидин 3-*O*-галактозид выявлены на II стадии созревания. Таким образом, полученные нами данные не могут подтвердить приведенную выше теорию биосинтеза метилированных антоцианов.

Содержание доминирующего антоциана плодов *R. fruticosus* – Цн-глю повышает постатийно: 55,1% – 66,8% – 81,0% – 86,1% (рисунок 1). Для Цн 3-*O*-ксилозида выявлено незначительное увеличение относительного содержания с 4% до 5%, что согласуется с литературными данными для плодов *Rubus L. hybrids* [4]. Снижение параметра демонстрируют 3 антоциана: дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозид) – с 18,7% до 2,3%, Цн 3-*O*-(6''-малонил-глюкозид) – с 13,9% до 3,2% и Цн 3-*O*-самбубиозид с 8,1% до 0,5% (рисунок). Для минорных компонентов, появившихся в биохимическом составе плодов на Ib стадии, характерно как повышение относительного содержания Цн 3-*O*-(6''-*p*-кумароил-глюкозид) – с 0,3% до 0,9%, так и незначительное снижение Цн 3-*O*-со-форозид – с 0,4% до 0,2%.



Дн – дельфинидин, Мн – мальвидин, Пгн – пеларгонидин, Птн – петунидин, Цн – цианидин; ара – арабинозид; гал – галактозид; глю – глюкозид, кси – ксилозид; рут – рутинозид; сам – самбубиозид; соф – софорозид; кум – кумароил; коф – кофеил; мал – малонил; окс – оксалил

Рисунк. – Динамика относительного содержания индивидуальных антоцианов в процессе созревания плодов пяти представителей *Rosaceae*

Цн 3-*O*-галактозид является доминантным антоцианом плодов *R. nessesensis* каждой из стадий созревания, его содержание постадийно возрастает: 50,8% – 55,3% – 81,3% – 87,4%. Хроматограммы антоцианового комплекса экстрактов плодов Ia и Ib стадий содержат еще 3 больших пика, которые соответствуют Цн 3-*O*-рутинозиду, Цн 3-*O*-(6''-малонил-глюкозиду) и дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозиду). При этом относительное содержание этих пиков значительно снижается с 15,6% до 2,9%, с 12,4% до 3,2% и с 18,0% до 1,7% соответственно (рисунок 1). Содержание Цн 3-*O*-(6''-кофеил-глюкозида) постепенно повышается с 2,6% до 3,5%. Для минорных антоцианов характерно как снижение (Цн 3-*O*-софорозид – с 1,0% до 0,4%, Цн 3-*O*-(6''-*p*-кумароил-глюкозид) – с 1,2% до 0,5%), так и незначительное повышение (дельфинидин 3-*O*-самбубиозид – с 0,1% до 0,4%) данного параметра (рисунок 1).

Среди восьми антоцианов, идентифицированных в биохимическом составе плодов *R. idaeus*, четыре являются доминирующими: Цн 3-*O*-софорозид, Цн 3-*O*-галактозид, Цн-глю и Цн 3-*O*-рутинозид [13]. Изменение их относительного содержания в процессе созревания было различным (рисунок). Относительное содержание Цн 3-*O*-рутинозида увеличивается с 23,6% до 24,9%, а Цн 3-*O*-софорозида снижается с 39,4% до 27,6%. Содержание Цн-глю сначала повышается с 10,6% до 26,0%, а затем снижается до 19,6%. Обратную динамику изменения параметра имеет Цн 3-*O*-галактозид: понижается с 25,5% до 20,0% на II, затем повышается до 24,3% на III стадии созревания. Аналогичная тенденция выявлена для минорного компонента Цн 3-*O*-(6''-*p*-кумароил-глюкозида) (рисунок). Для других минорных антоцианов Цн 3-*O*-глюкозил-рутинозида и мальвидин 3-*O*-галактозида, появившихся на II стадии созревания, процентное содержание не меняется.

Проанализировав динамику содержания отдельных антоцианов в процессе созревания плодов *R. idaeus* можно предположить, что Цн 3-*O*-софорозид является ключевым компонентом биосинтеза других цианидин-производных в момент интенсивного синтеза антоцианов (с I по II стадии), а Цн-глю к концу созревания (с II по III стадии).

В таблице 2 представлены результаты, показывающие содержание в плодах фенольных соединений. Два вида демонстрируют тенденцию накопления фенольных соединений в процессе созревания их плодов: *A. spicata* (с 30,70 до 54,23 мг ГК/г) и *R. idaeus* (с 14,82 до 24,89 мг ГК/г). Для плодов *R. nessesensis* содержание фенольных соединений снижается с 66,29 до 54,74 мг ГК/г. Для плодов *R. caesius* снижение параметра наблюдается на Ib стадии, ко II стадии повышается почти до исходного уровня (82,27) и далее сохраняется. Плоды *R. fruticosus* аккумулируют фенольные соединения ко II стадии созревания, а затем расходуют. В целом, изученные виды можно расположить в порядке снижения содержания фенольных соединений в плодах III стадии созревания следующим образом: *R. Caesius* > *R. Nessesensis* ≈ *A. Spicata* > *R. Fruticosus* > *R. idaeus*.

Представленные данные демонстрируют индивидуальный характер накопления флаван-3-олов и флавонолов в процессе созревания (таблица 2), что необходимо учитывать при заготовке плодов этих растений. Количество флаван-3-олов варьирует от 5,90 до 16,63 мг катехина на г сухих плодов III стадии созревания и снижается в последовательности: *A. Spicata* > *R. Caesius* > *R. Nessesensis* > *R. Idaeus* > *R. fruticosus*. Содержание флавонолов в плодах III стадии созревания варьирует от 0,54 до 4,62 мг кверцетина на г сухого веса и снижается в ряду: *A. Spicata* > *R. Nessesensis* > *R. Caesius* > *R. Fruticosus* > *R. idaeus*.

Проведенный нами статистический анализ выявил положительную корреляцию между концентрацией антоцианов и содержанием флавонолов, а также флаван-3-олов для плодов всех стадий созревания (таблица 2). Положительная корреляционная зависимость между содержанием антоцианов и фенольных соединений выявлена для пло-

дов II и III стадий созревания. Отметим, что наибольший вклад в общее количество фенольных соединений плодов последней стадии созревания вносят именно антоцианы.

В настоящее время в плодоводстве наметилась тенденция создания белоплодных сортов, в том числе для *R. idaeus* и представителей рода *Amelanchier*. Установленные нами корреляционные связи свидетельствуют, что селекция с целью получения белоплодных (безантоциановых) сортов может привести к резкому уменьшению биофлавоноидов в их плодах, а значит, в итоге – к снижению полезных свойств продукции.

Таблица 2. – Коэффициенты корреляции (*r*-Pearson) между изученными параметрами

		Общее содержание		
		флаван-3-ол	флавонолов	фенольных соединений
		I стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,656* <i>l</i>	0,615* <i>l</i>	0,076
	флаван-3-ол	–	0,538* <i>l</i>	0,010
	флавонолов	0,538* <i>l</i>	–	0,133
		II стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,665* <i>l</i>	0,652* <i>l</i>	0,693* <i>l</i>
	флаван-3-ол	–	0,576* <i>l</i>	0,619* <i>p</i>
	флавонолов	0,576* <i>l</i>	–	0,714** <i>p</i>
		III стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,635* <i>l</i>	0,854** <i>p</i>	0,867*** <i>l</i>
	флаван-3-ол	–	0,734* <i>l</i>	0,426
	флавонолов	0,734* <i>l</i>	–	0,623* <i>p</i>

Примечание: *** – уровень значимости (*P*) менее 0,001; ** – *P* от 0,001 до 0,01; * – *P* от 0,01 до 0,05; *p* – при полиномиальной зависимости, *l* – при линейной зависимости.

Заключение

Компонентный состав антоцианов зависит от стадии созревания и влияет на биологическую ценность плодов *A. spicata*, *R. caesius*, *R. fruticosus*, *R. nessensis*, *R. idaeus*. Наиболее активно биосинтез антоцианов в плодах *A. spicata* происходит на Iб стадии созревания, в плодах *R. caesius* и *R. idaeus* – на II, а *R. fruticosus* и *R. nessensis* – на II и III. В процессе созревания качественный состав антоцианов плодов *A. spicata* не меняется, а плодов *Rubus* изменяется за счет появления минорных компонентов.

Соединения цианидина входят в биохимический состав плодов изученных видов независимо от стадии созревания, производные дельфинидина обнаружены в составе плодов всех стадий созревания для представителей *Eubatus*, а соединения петунидина – в плодах разных стадий созревания для *R. caesius*. Производные пеларгонидина и мальвидина обнаружены в плодах *R. idaeus* начиная со II стадии созревания. Антоцианы, содержащие дисахариды, а также ацильный компонент, входят в биохимический состав плодов независимо от степени их спелости.

Для производства биологически активных добавок с повышенным содержанием цианидиновых производных рекомендовано использовать плоды III стадии созревания, характеризующиеся следующим индексом спелости: более 87 для *A. spicata*, более 10 для *R. idaeus*, более 5 для *R. caesius*, *R. fruticosus* и *R. nessensis*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М. : Высш. шк., 1989. – 464 с.

2. Mazza, G. In *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains* / G. Mazza, E. Miniatì. – CRC Press : Boca Raton, 1993. – P. 149–199.
3. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект) / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрыпник. – Калининград : Изд-во БФУ имени И. Канта, 2011. – 111 с.
4. Influence of Cultivar, Maturity, and Sampling on Blackberry (*Rubus* L. Hybrids) Anthocyanins, Polyphenolics, and Antioxidant Properties / T. Siriwoharn [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* – 2004. – Vol. 52, № 26. – P. 8021–8030.
5. Phytochemical accumulation and antioxidant capacity at four maturity stages of cranberry fruit / H. Celik [et al.] // *Scientia Horticulturae.* – 2008. – Vol. 117, № 4. – P. 345–348.
6. Vvedenskaya, I. O. Flavonoid composition over fruit development and maturation in American cranberry, *Vaccinium macrocarpon* Ait. / I. O. Vvedenskaya, N. Vorsa // *Plant Sci.* – 2004. – Vol. 167. – P. 1043–1054.
7. Bonnier, G. La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier / G. Bonnier, R. Douin. – Paris : Belin, 1990. – Т. 3. – P. 332–335.
8. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
9. Колбас, Н. Ю. Изменение антиоксидантной активности плодов в процессе их созревания / Н. Ю. Колбас, В. Н. Решетников // *Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі.* – 2012. – № 1. – С. 45–54.
10. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics/ A. L. Waterhouse // *Current Protocols in Food Analytical Chemistry.* – 2002. – II.1–II.1.8.
11. Handbook of enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons, 2006. – Vol. 2 – 444 p.
12. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.] – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
13. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* / Н. Ю. Колбас [и др.] // *Вес. НАН Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2012. – № 1. – С. 5–10.
14. Колбас, Н. Ю. Особенности антоцианового комплекса плодов *Amelanchier spicata* (Lam.) С. Koch, произрастающих в Юго-Западном регионе Республики Беларусь / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас // *Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы Междунар. конф., Минск, 19–22 июня 2012 ; редкол.: В. В. Титок [и др.].* – Минск, 2012. – Ч. 2. – С. 90–93.
15. Bailly, C. Characterization and activities of *S*-adenosyl-*L*-methionine:cyanidin 3-glucoside 3-*O*-methyltransferase in relation to anthocyanin accumulation in *Vitis vinifera* cell suspension cultures / C. Bailly, F. Cormier, C. Bao Do // *J. Plant Sci.* – 1997. – Vol. 122, №1. – P. 81–89.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.08.2015

Kolbas N.Y. Specificity of Dynamics of Anthocyanin Complex of Fruits in a Maturity During

*The results of the HPLC-MS analysis of anthocyanins complex of fruits different stages of maturation presents in the article. 18 different anthocyanins were identified in total. In the process of maturation increases the total amount and concentration of individual anthocyanins. The qualitative composition of anthocyanins for berries *A. spicata* is constant, and for *Rubus* changed due to the appearance of minor components. Stage of ripening does not affect the presence of the disaccharide and the acyl component in the biochemical structure of anthocyanin. Recommendations on terms of harvesting the fruits of the studied plants for subsequent use as a source of antocyanins have been submitted.*

УДК 612.014

Г.Е. Хомич¹, Н.К. Саваневский²¹канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина²канд. биол. наук, доц. каф. анатомии, физиологии и безопасности человека
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина**АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОЗДНЕГО ПОЗИТИВНОГО КОМПЛЕКСА У ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ
ПРИ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ ПАРЫ СТИМУЛОВ, ТРЕБУЮЩИХ РАЗЛИЧЕНИЯ**

Представлены результаты исследования слуховых вызванных потенциалов у людей разного возраста. Обнаружены возрастные изменения в параметрах позднего позитивного комплекса на звуковые стимулы, требующие различения.

Введение

Формирование структурно-функциональной организации мозга в онтогенезе является длительным процессом, включающим детский, подростковый и юношеский возраст. Выяснение возрастных особенностей формирования различных механизмов, принимающих участие в активации внимания и обработке сенсорной информации особенно важно для организации познавательной деятельности и обучения. В этом плане по настоящее время наиболее информативными остаются электрофизиологические исследования.

Показано, что направленное внимание в периоды ожидания информации, ее поступления и обработки сопровождается возникновением в головном мозге и изменением амплитудно-временных характеристик таких электрических потенциалов, как условная негативная волна, негативности N₂₀₀ и N₅₀₀, позитивность P₃₀₀ и поздний позитивный комплекс (ППК) волн [1; 2]. При сравнении пары звуковых стимулов, требующих напряжения внимания для их различения, в слуховых вызванных потенциалах (СВП) отчетливо регистрируется ППК, в котором выделяют от 4 до 6 компонентов. Эти компоненты имеют отношение к конечным этапам обработки когнитивно значимой информации, отражают ее общий уровень и силу следа памяти [3; 4]. Анализ возрастных особенностей ППК, отражающих процессы постстимульного внимания и обработки информации дает возможность представить нейрофизиологические механизмы развития данной психофизиологической функции в онтогенезе.

Объект и методика исследований

В настоящей работе исследовались амплитудно-временные параметры компонентов СВП у детей и взрослых на стимулы, требующие разной степени привлечения внимания. Исследование выполнено на базе лаборатории нейро- и психофизиологии НИИ физиологии детей и подростков Российской Академии образования.

Эксперимент проведен на испытуемых трех возрастных групп. Первую группу составили 15 школьников 7–8 лет, вторую – 15 учащихся в возрасте 9–10 лет и в третью группу вошли 15 взрослых людей 20–40 лет. Все обследуемые относились к 1-й и 2-й группам здоровья, имели нормальную остроту слуха. В экспериментальные группы подбирались только праворукие испытуемые с высоким коэффициентом правшества.

Во время обследования испытуемый находился в затемненной звукоизолированной камере в положении сидя, с закрытыми глазами. В эксперименте использовалась парадигма, состоящая из пары звуковых сигналов (C₁–C₂) частотой 400 Гц и продолжительностью 100 мс каждый. Интервал между стимулами в паре составлял 1,0 с.

Слуховые вызванные потенциалы регистрировались монополярно. Активные хлорсеребряные неполяризующиеся электроды располагались симметрично над поверхностью правого и левого полушарий в затылочных, теменных, центральных и лобных областях. Локализация всех отведений определялась по стандартной системе «10–20». В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод, заземляющим служил электрод, расположенный на запястье левой руки. Звуковые сигналы поступали от ЭВМ ДЗ–28 через аналого-цифровой преобразователь к звуковому генератору, от которого звуковые тоны подавались испытуемому через динамик.

Биоэлектрические потенциалы поступали через усилитель на коммутатор, затем в аналого-цифровой преобразователь и в ЭВМ ДЗ–28 с дальнейшим выводом на самописец. За изолинию принимали средний уровень активности за 300 мс перед стимулом. Предъявление звукового сигнала, усреднение и первичная обработка полученных данных производились на ЭВМ ДЗ–28 по специально разработанной программе. Достоверность различий амплитудных и временных характеристик СВП оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно инструкции для испытуемых, после высокочастотного стимула S_1 через 1 с подавался такой же по частоте, но несколько превышающий его по громкости стимул S_2 . Сравнение и дифференциация похожих стимулов S_1 и S_2 в паре представляла значительную трудность и требовала привлечения активного внимания.

Амплитудно-временные характеристики ППК в ответах на требующий напряжения внимания стимул S_2 приведены в таблице.

Таблица. – Амплитудно-временные показатели ППК в сагиттальных отведениях затылочной (О), теменной (Р), центральной (С) и лобной (F) области коры больших полушарий в СВП на стимул S_2 у лиц разного возраста ($x \pm S_x$)

Показатель	Возраст, лет	Области коры больших полушарий			
		О	Р	С	F
Амплитуда, мкВ	7–8	4,6 ± 0,4	5,3 ± 0,6	3,5 ± 0,5	3,3 ± 0,6
	9–10	9,8 ± 0,8	12,6 ± 1,1	7,6 ± 0,8	3,7 ± 0,4
	20–40	7,3 ± 0,6	10,6 ± 1,0	15,3 ± 1,3	19,3 ± 2,1
	P_{2-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–
	P_{3-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	P_{3-2}	< 0,05	–	< 0,001	< 0,001
Пиковая латентность, мс	7–8	690,2 ± 21,4	620,1 ± 22,4	970,5 ± 25,9	880,8 ± 22,6
	9–10	560,8 ± 24,0	590,5 ± 27,6	770,0 ± 25,2	920,0 ± 28,6
	20–40	470,2 ± 21,1	475,4 ± 20,0	860,4 ± 28,3	850,1 ± 27,5
	P_{2-1}	< 0,001	–	< 0,001	–
	P_{3-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,01	–
	P_{3-2}	< 0,01	< 0,01	< 0,05	–
Длительность, мс	7–8	520,6 ± 25,5	510,2 ± 25,0	400,8 ± 24,9	320,5 ± 27,6
	9–10	850,3 ± 32,6	750,6 ± 24,0	400,7 ± 28,3	150,9 ± 16,6
	20–40	800,0 ± 36,0	800,1 ± 37,7	725,4 ± 27,7	500,3 ± 25,7
	P_{2-1}	< 0,001	< 0,001	–	< 0,001
	P_{3-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	P_{3-2}	–	–	< 0,001	< 0,001

Примечание: P_{2-1} обозначает достоверность различий между показателями ППК у 9–10-летних испытуемых и 7–8-летних, P_{3-1} – между показателями у 20–40-летних и 7–8-летних, P_{3-2} – между показателями у 20–40-летних испытуемых и 9–10-летних. Прочерк означает отсутствие достоверных различий.

Как свидетельствуют данные таблицы, поздний позитивный комплекс выявлялся в исследуемых областях коры во всех экспериментальных группах. Вместе с тем в распределении фокуса максимальной активности ППК четко прослеживались возрастные особенности. Наиболее высокая амплитуда ППК у 7–8-летних и 9–10-летних детей регистрировалась в теменной и затылочной областях. В центральной области, по сравнению с теменной, этот показатель уменьшался в группе детей 7–8 лет в 1,5 раза, а в группе 9–10-летних школьников – в 1,7 раза. В лобной области у обеих групп детей амплитуда ППК еще более редуцировалась и оказалась меньше, чем в теменной: у 7–8-летних детей в 1,6 раза, а у 9–10-летних школьников – в 3,4 раза.

Противоположными были сдвиги ППК у взрослых испытуемых, у которых наблюдалось повышение его амплитуды по направлению от затылочных к лобным отделам коры. В итоге амплитуда ППК во фронтальной области оказалась больше, чем в окципитальной, в 2,6 раза.

Сравнение возрастных изменений амплитуды ППК в каждой из исследуемых областей коры больших полушарий дало следующие результаты: в затылочной области самая высокая амплитуда позитивности отмечалась у детей 9–10 лет, у взрослых этот показатель был ниже на 25,5%, а у 7–8-летних школьников на 53,1%. В теменной области амплитуда ППК регистрировалась выше всего также в группе 9–10-летних детей и превышала таковую у 7–8-летних детей в 2,4 раза; различия между взрослыми испытуемыми и старшей группой детей были недостоверными.

В центральной области коры самая низкая амплитуда ППК выявлялась у 7–8-летних детей, у 9–10-летних она была в 2,1 раза выше, а у взрослых испытуемых амплитуда оказалась самой высокой, превышая значения у старших детей в 2 раза и у младших детей – в 4,3 раза. В лобной области анализируемый показатель у взрослых испытуемых был больше, чем у 7–8 и 9–10-летних школьников, соответственно в 5,8 и в 5,2 раза. Различия между группами детей были недостоверными.

Анализ пиковой латентности ППК показал, что наибольшие ее значения во всех группах испытуемых регистрировались в центральной и лобной, а наименьшие в затылочной и теменной областях. Возрастные особенности в каждом из исследуемых отделов коры больших полушарий были следующими: в затылочной и теменной областях максимальные величины пиковой латентности отмечались в группе 7–8-летних детей, а минимальные – у взрослых испытуемых.

В центральной области наименьшая пиковая латентность выявлялась у 9–10-летних школьников. У взрослых ее значения были достоверно больше, а самые высокие показатели наблюдались у 7–8-летних детей. В лобной области пиковая латентность ППК в группе школьников 9–10 лет была больше, чем у взрослых испытуемых, а остальные различия между группами испытуемых оказались недостоверными.

Сравнение длительности ППК в разных отделах коры больших полушарий показало, что во всех возрастных группах наименьшие величины этого показателя регистрировались в лобной, а наибольшие – в затылочной области. В каждом из исследуемых отделов коры наблюдались следующие возрастные особенности: в затылочной и теменной областях длительность ППК была значительно больше у школьников 9–10 лет и взрослых, чем у 7–8-летних детей. Достоверных различий между 9–10-летними школьниками и взрослыми не выявлялось.

В центральной области коры длительность ППК была практически одинаковой у обеих групп детей, а у взрослых испытуемых была в 1,8 раза больше. В лобной области наблюдались следующие особенности: наименьшая длительность ППК регистрировалась у детей 9–10 лет, у 7–8-летних детей она была в 2,1 раза больше, а у взрослых испытуемых – в 3,3 раза больше, чем в группе 9–10-летних, и в 1,6 раза больше, чем у 7–8-летних школьников.

Заклучение

Анализ амплитудно-временных характеристик СВП показывает, что в ответ на стимул С₂, требующий напряжения внимания для его различения, у детей и взрослых регистрируется ППК во всех исследованных областях коры больших полушарий. Однако у детей обеих возрастных групп фокус его максимальной активности находится в теменной и затылочной областях, а у взрослых – в центральной и лобной областях коры. Существенно то, что у взрослых испытуемых выраженность ППК увеличивается с повышением напряжения внимания. Появление ППК на стимул С₂ у детей и увеличение его выраженности у взрослых согласуется с данными литературы [5; 6], указывающими на то, что ППК лучше всего представлен в вызванных потенциалах на стимулы, предполагающие двигательную или эмоциональную реакцию испытуемого и требующие максимального внимания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фарбер, Д. А. Функциональная организация мозга в процессе реализации рабочей памяти / Д. А. Фарбер, Т. Г. Бетелева, И. С. Игнатъева // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 2. – С. 5–12.
2. Бетелева, Т. Г. Возрастные особенности соотношения произвольного и произвольного анализа при опознании изображений / Т. Г. Бетелева // Журн. высшей нервной деятельности. – 1992. – Т. 42. – № 1. – С. 3–11.
3. Фарбер, Д. А. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) / Д. А. Фарбер, Н. В. Дубровинская // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 17–27.
4. Sutton, S. The late positive complex. Advances and new problems / S. Sutton, D. Ruchkin // Brain and Information: ERP. Ann. New York Acad. Sci. – 1984. – Vol. 425. – P. 1–23.
5. Савченко, Е. И. Онтогенетические особенности развития медленных негативных и позитивных потенциалов при выполнении зрительной перцептивной задачи / Е. И. Савченко, Д. А. Фарбер // Журн. высшей нервной деятельности. – 1990. – Т. 40. – № 1. – С. 29–36.
6. Фарбер, Д. А. Функциональная организация мозга в период подготовки к опознанию фрагментарных изображений / Д. А. Фарбер [и др.] // Журн. высшей нервной деятельности имени И. П. Павлова. – 2014. – Т. 64. – № 2. – С. 190–200.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 20.02.2015

Khomich G.E., Savaneuski N.K. Amplitude and Time Characteristics of the Late Positive Complex of Children and Adults by Producing a Pair of Stimula, Which Demand Differentiation

In the article are presented the results of the research of the auditory evoked potentials research among people of different age. In the course of the research were discovered some age-specific changes of the late positive complex parameters by using acoustic stimula, which demand differentiation.

УДК 582.29 (476.1)

А.Г. Цуриков¹, В.В. Голубков², Н.В. Цурикова³*канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и физиологии растений
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины**²канд. биол. наук, доц. каф. ботаники**Гродненского государственного университета имени Я. Купалы**³ассистент каф. довузовской подготовки и профориентации
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины***ЛИШАЙНИКИ РОДА *CLADONIA* БЕЛАРУСИ:
C. CRYPTOCHLOROPHAEA и *C. MEROCHLOROPHAEA***

514 коллекционных образцов группы *Cladonia chlorophaea*, собранных различными авторами на территории республики в период 1937–2014 гг. и хранящихся в гербариях Минска (*MSKU*, *MSK*), Гродно (*GRSU*) и Гомеля (*GSU*), были исследованы методом тонкослойной хроматографии (*ТСХ*). Установлено, что 43 гербарных образца (8,4% от количества исследованных сборов), содержат комплекс криптохлорофеевых кислот. 39 образцов (7,5% от количества исследованных сборов) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* *Asahina*, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и являются *Cladonia sputrochlorophaea* *Asahina*. Оба вида лишайников ранее не приводились для территории Беларуси. В статье приводится морфологическое описание видов, основанное на результатах собственных исследований, а также и их химический состав. В результатах исследований установлены экология и распространение указанных видов как в пределах нашей страны, так и Европы в целом.

Введение

Классическое определение видов лишайников обычно основывалось на морфологических признаках, которые не всегда убедительны и могут создавать определенные трудности в связи с вариабельностью внешних признаков слоевищ. В основном это относится к группе листоватых либо кустистых лишайников, для правильной идентификации которых необходимо знать состав вторичных метаболитов, или лишайниковых кислот, содержащихся в их талломе.

Классическим примером такой группы является семейство *Cladoniaceae* [1], в состав которой входит один из наиболее сложных его видовых комплексов *Cladonia chlorophaea* s. lat. со сцифовидными (бокаловидными, чашевидными, кубковидными и др.) подециями. Изучение морфологии этой группы, как правило, сопровождается изучением состава лишайниковых веществ.

Cladonia chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Spreng. была описана в качестве промежуточного таксона между *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., имеющей мучнистые соредии на поверхности подециев, и *Cladonia puxidata* (L.) Hoffm. с коровым слоем [2; 3]. Изучение химии видов этой группы началось в начале XX века [4]. Первые существенные достижения в этом направлении связаны с именем японского лишайнолога и биохимика Ю. Асахины, предложившим использовать новый микрохимический метод [5], позволяющий обнаружить определенное лишайниковое вещество.

В результате его исследований было выделено несколько самостоятельных химических видов (хеморас), различающихся только своим химическим составом: *Cladonia chlorophaea* с фумарпротоцеттаровой кислотой, *C. cryptochlorophaea* с криптохлорофеевой кислотой, *C. merochlorophaea* с мерохлорофеевой кислотой и *C. grayi* с грянновой кислотой, которую еще ранее установил Х. Зандштеде [5–7].

Монограф лишайников рода *Cladonia* в Беларуси Н.О. Цеттерман в 1948 г. впервые приводит *Cladonia grayi* (Merr.) Sandst., морфологически трудно отличимый вид от *Cladonia chlorophaea* и внешне напоминающий *Cladonia puxidata* [8]. В дальнейшем

ключ, разработанный Н.О. Цеттерман для определения белорусских видов лишайников рода *Cladonia*, был использован повсеместно. К концу XX в. современные методики изучения лишайников сузили и частично решили проблему идентификации видов, что в целом повлияло и на изучение разнообразия лишайнобиоты Беларуси, включая и род *Cladonia*.

Методы исследований

Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников рода *Cladonia* со сцифовидными подециями, хранящиеся в гербариях Белорусского государственного университета (MSKU), Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (GSU), Гродненского государственного университета имени Я. Купалы (GRSU) и Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK). Всего было исследовано 514 гербарных образцов сборов 1937–2014 гг. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопа Nikon SMZ-745, состав вторичных метаболитов – методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [9] в лаборатории при кафедре ботаники и физиологии растений Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований было установлено, что 43 гербарных образца (8,4% от количества исследованных сборов) содержат комплекс криптохлорофеевых кислот. 39 образцов (7,5% от количества исследованных сборов) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* Asahina, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и являются *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina. Поскольку оба вида лишайников ранее не указывались для территории Беларуси, ниже мы приводим морфологическое описание видов, основанное на результатах собственных исследований и данных других авторов, а также их химический состав.

Cladonia cryptochlorophaea Asahina, Journal of Japanese Botany 16: 711 (1940).

Чешуйки первичного слоевища маленькие, подеции низкие, до 1,2 см высотой, от коричневатых до зеленовато-серых. Сцифы простые или с пролиферациями, до 0,5 см шириной. Поверхность подеций грубая, ареолированная; истинных соредий нет, но чешуйки коры преобразуются в грубую соредиозную массу, шизидии и филлокладии практически не образуются. Апотеции коричневые до темно-коричневого цвета. Пикниды могут развиваться на краях сциф.

Морфологически вид практически идентичен *C. merochlorophaea* и потому долгое время считался его синонимом. По данным [10], подеции *C. cryptochlorophaea* проявляют положительное красное окрашивание при действии 10% КОН, однако реакция не всегда проявляется достоверно, и поэтому метод тонкослойной хроматографии является единственным способом точного определения этого таксона.

Химический состав. Отличительной особенностью *Cladonia cryptochlorophaea* является наличие криптохлорофеевой и палудозовой кислот, часто сопровождаемых фумарпротоцетраровой кислотой (в Европе содержится во всех образцах), а также 4'-О метилкриптохлорофеевой, субпалудозовой и другими веществами в следовых количествах [10]. Образцы без содержания фумарпротоцетраровой кислоты были отмечены только в Северной и Южной Америке [11–13].

Все белорусские образцы содержали криптохлорофеевую, палудозовую, фумарпротоцетраровую и 4'-О-метилкриптохлорофеевую кислоты.

Экология. Два из четырех белорусских образцов *Cladonia cryptochlorophaea* были собраны в сосновых лесах; для остальных двух образцов биотоп не указан. Отмечено, что они были собраны на берегу р. Днепр, однако более точной информации, к сожалению, не приводится, в связи с чем достаточно сложно оценить экологический выбор изучаемого вида. Согласно [10; 13; 14] *C. cryptochlorophaea* предпочитает лесную подстилку, почву, реже гниющую древесину и хорошо освещенные сухие или умеренно влажные местообитания, что соответствует экологии белорусских сборов.

Распространение. *Cladonia cryptochlorophaea* является космополитным видом, представленным на всех континентах, кроме Антарктиды. Вероятно, наиболее часто встречается в Северном полушарии, произрастая в бореальной зоне [10].

В Беларуси этот лишайник известен из 3 локалитетов (Гомельская и Минская области) и, вероятно, является редким (рисунок 1).

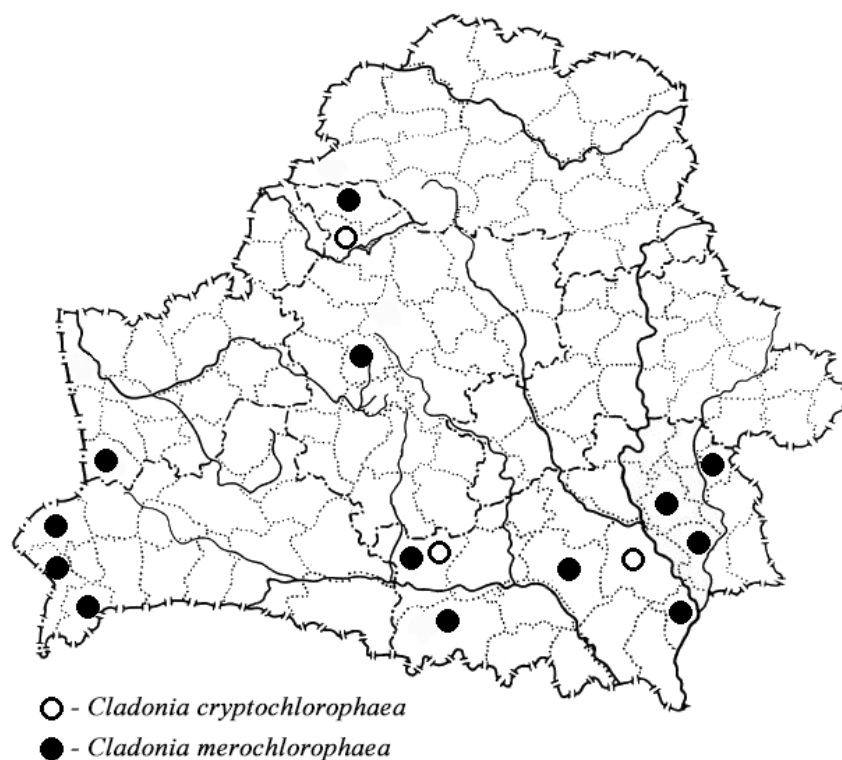


Рисунок 1. – Распространение *Cladonia cryptochlorophaea* и *C. merochlorophaea* на территории Беларуси

Исследованные образцы. **ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, Житковичский район,** Национальный парк «Припятский», 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке черничном на почве, О.П. Шахрай, 23.06.1971 (GSU-91); **Речицкий район,** окр. д. Борхов, берег р. Днепр, на почве, Н.В. Горбач, 19.05.1967 (MSK); **МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Вилейский район,** 1,5 км СВ д. Людвиново, в сосновом лесу на почве под корневой лапой ели, В.В. Голубков, 26.06.1984 (MSK).

***Cladonia merochlorophaea* Asahina, Journal of Japanese Botany 16: 713 (1940).**

Чешуйки первичного слоевища маленькие, до 3 мм, без соредий. Подеции до 1–2, реже до 3 см высотой, серо-коричневые, зеленовато-коричневые, реже зеленовато-серые. Сцифы простые, редко с пролиферациями. Поверхность подециев ареолированная, становящаяся чешуйчатой; поверхность сциф часто голая, без корового слоя; истинных соредий нет, но чешуйки коры преобразуются в грубую соредиозную массу, шизидии

или микрочешуйки, гораздо реже в более крупные чешуйковидные выросты. Апотеции от коричневых до темно-коричневых. Пикниды также могут развиваться на краях сциф.

Несмотря на ряд небольших морфологических отличий (покрытая коровыми ареолами поверхность сциф) и подтвержденную генетическую обособленность, видо-вая самостоятельность таксона *C. merochlorophaea* до настоящего времени у некоторых авторов вызывает сомнение, и доказательство ее видовой принадлежности требует дополнительных исследований [10; 14].

Химический состав. Отличительной особенностью *Cladonia merochlorophaea* является наличие мерохлорофеевой и 4'-О-метилкриптохлорофеевой кислот (хемотип I), часто также сопровождаемых фумарпротоцеттаровой кислотой (хемотип II) и другими веществами в следовых количествах [10]. Хемотип II является более распространенным в Европе, где на его долю приходится от 67% образцов в Норвегии до 90% образцов в Польше [14].

В Беларуси также было обнаружено больше образцов хемотипа II – 26 образцов, или 66,7%, в то время как 13 образцов (33,3%) содержали только мерохлорофеевую и 4'-О-метилкриптохлорофеевую кислоты. Таким образом, соотношение хемотипов I : II можно оценить как 2 : 1.

Экология. На территории Беларуси *Cladonia merochlorophaea* произрастает преимущественно в сосновых лесах (70,6% исследованных образцов), предпочитая местообитания с небольшим уровнем влажности (сосняки лишайниковый, вересковый, орляковый, мшистый, черничный) (рисунок 2).

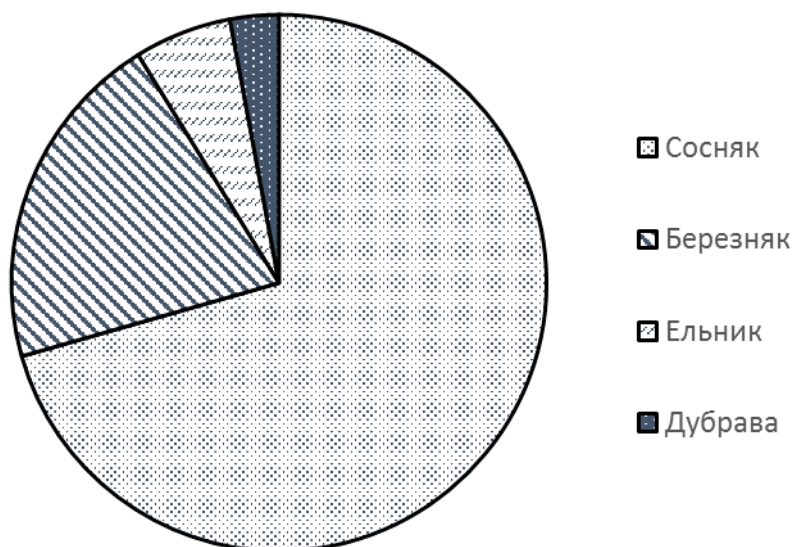


Рисунок 2. – Экологическая приуроченность *Cladonia merochlorophaea* в Беларуси

В качестве субстрата вид предпочитает почву (19 образцов; рисунок 3). В меньшей степени *C. merochlorophaea* заселяет кору древесных пород – *Pinus sylvestris* L. (5 образцов), *Betula pendula* Roth. (2 образца), *Juniperus communis* L. (1 образец), а также древесину (2 образца). К сожалению, на конвертах 10 образцов не был указан субстрат произрастания. В других странах этот вид указан для кислых почв сосновых насаждений [10; 14]. В отношении субстрата разные хемотипы существенных различий не имели.

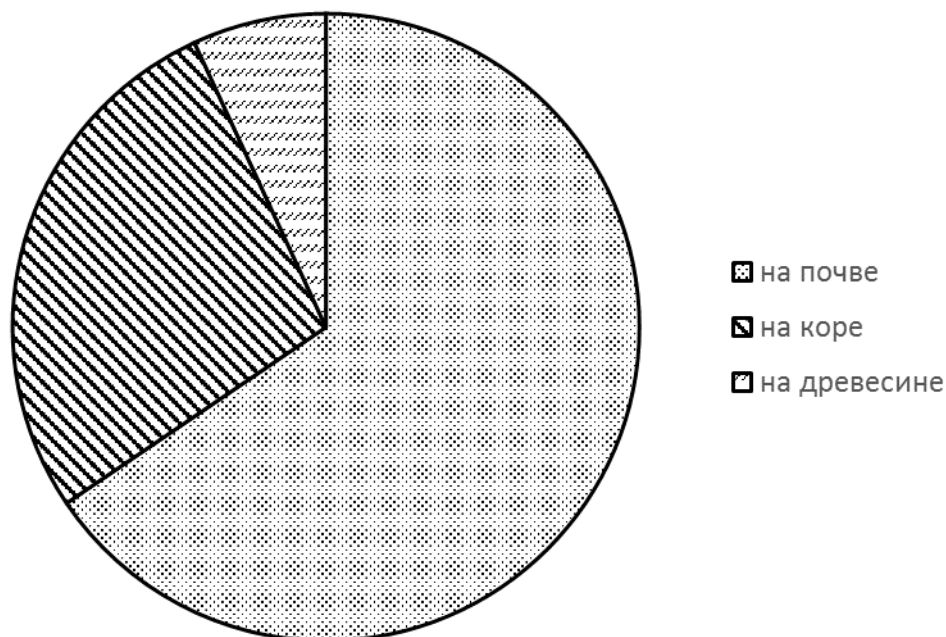


Рисунок 3. – Субстратная приуроченность *Cladonia merochlorophaea* в Беларуси

Распространение. *Cladonia merochlorophaea* является космополитным видом, представленным на всех континентах, кроме Антарктиды (единственное указание на произрастание этого вида в Антарктике является ошибочным) [12; 14], произрастая от Арктики до умеренных широт, вероятно, циркумполярно, а также на средних высотах в горах [10].

Согласно результатам исследований, в Беларуси вид распространен преимущественно в южной части (рисунок 1). Полное отсутствие локалитетов *C. merochlorophaea* на территории Могилевской области, вероятно, свидетельствует о слабой изученности этого региона страны.

Исследованные образцы. **БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, Брестский район,** окр. д. Чежевичи, в сосняке чернично-мшистом, на почве, А.П. Яцына, 11.07.2005 (MSKU-1908); **Каменецкий район,** Беловежская пуца, Дмитровичское л-во, кв. 946, 1 км ЮВ д. Каменюки, берег р. Лесная Правая, в сосняке мшистом на можжевельнике, В.В. Голубков, 23.07.1983 (MSK); то же л-во, окр. д. Каменюки, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков 24.07.1983 (MSK); Беловежская пуца, Королево-Мостовское л-во, кв. 825-826, в сосняке мшистом, В.В. Голубков, 14.07.1983 (MSK); Переровское л-во, кв. 829, окр. д. Каменюки, в ельнике долгомошном на сосне, В.В. Голубков, 07.07.1983 (MSK); Дмитровичское л-во, кв. 946, окр. д. Каменюки, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков, 24.04.1983 (MSK); **Малоритский район,** 10 км СВ г. Малорита, долина р. Рита, опушка сосняка, В.В. Голубков, 19.09.1984 (MSK); 6 км СВ д. Ляховцы, долина р. Рита, опушка сосняка верескового на почве, В.В. Голубков, 20.09.1984 (MSK); **ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, Буда-Кошелевский район,** Чеботовичское л-во, 11 кв., 6 выд., в сосняке вересковом на сосне, А.Г. Цуриков., 13.07.2014 (GSU-1918); **Гомельский район,** 2 км Ю г. Гомель, в сосновом лесу на почве, В.В. Голубков 16.05.1980 (MSK); Калининское л-во, кв. 7, в сосняке орляковом на сосне, А.Г. Цуриков, 03.08.2011 (GSU-358); окр. д. Уза, в сосняке, на почве, О.М. Винокурова, 08.06.2013 (GSU); **Житковичский район,** Припятский заповедник, Переровское л-во, кв. 21, 1,5 км З д. Хлупин, в дубраве грабово-лещиново-разнотравной на березе, В.В. Голубков., 26.08.1982 (MSK); окр. д. Белев, в сосняке, на коре трухлявого пня, А.В. Тейкин, 01.02.2006 (GSU-28); **Калин-**

ковичский район, окр. г.п. Озаричи, на берегу болота, Н.В. Горбач, 16.05.1967 (MSK); **Лельчицкий район**, Припятский заповедник, Млынокское л-во, кв. 112, 119, 120, в сосняке мшистом на почве, В.В. Голубков, 13.08.1982 (MSK); то же л-во, кв. 116, в сосняке лишайниковом, В.В. Голубков, 10.08.1982 (MSK); то же л-во, кв. 602, в ельнике черничном на пне, В.В. Голубков, 08.08.1982 (MSK); то же лесничество, кв. 83, окр. д. Млынок, на обрыве берега р. Припять, в сосняке вересковом на почве, В.В. Голубков, 15.08.1982 (MSK); **Лоевский район**, Лоевское л-во, кв. 60, в сосняке лишайниковом, на сосне, А.Г. Цуриков, 09.08.2011 (GSU-357, 359); **Чечерский район**, окр. д. Покоть, на березе, А.Г. Цуриков, 25.05.2010 (GSU); **ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Свислочский район**, Беловежская пуца, окр. д. Рудня, на дюнах на лесной подстилке, В.В. Голубков, 23.09.1981 (MSK); **МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ, Дзержинский район**, Негорельский л-з, около д. Гарбузы, в березовой роще на почве, Н.В. Горбач, 15.07.1968 (MSK); **Мядельский район**, 7 км В д. Черемшица, в сосняке мшистом, на почве, В.В. Голубков (MSK).

Заклучение

Ревизия гербарного материала по роду *Cladonia* выявила неполноту опубликованных флористических данных по рассматриваемой группе видов. Установлено, что 39 образцов (7,5% от количества исследованных) в качестве основного вещества содержат мерохлорофеевую кислоту и относятся к *Cladonia merochlorophaea* Asahina, 4 образца (0,8%) в качестве основного вещества содержат криптохлорофеевую кислоту и представлены *Cladonia cryptochlorophaea* Asahina. Указанные виды лишайников ранее не приводились для территории Беларуси. Полученные в ходе исследования данные уточняют экологию и географию выше указанных видов как в пределах нашей страны, так и Европы в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Phylogeny of the genus *Cladonia* s. lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphology and chemical data / S. Stenroos [et al.] // *Cladistics*. – 2002. – Vol. 18. – P. 237–278.
2. Sommerfelt, S. C. Supplementum Florae Lapponicae / S. C. Sommerfelt. – Oslo : Christiania, 1826. – 133 p.
3. Flörke, H. G. De Cladoniis, difficillimo lichenum genere, commentatio nova / H. G. Flörke. – Rostochii : Apud Stillerrum, 1828. – 186 p.
4. Zopf, W. Beitrage zu einer chemischen Monographie der Cladoniaceen / W. Zopf // *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. – 1908. – Vol. 26. – P. 51–113.
5. Asahina, Y. Chemismus der Cladonien unter besonderer Berücksichtigung der japanischen Arten. 1. *Cladonia chlorophaea* und verwandte Arten / Y. Asahina // *J. Jap. Bot.* – 1940. – Vol. 16. – P. 709–727.
6. Asahina, Y. Chemismus der Cladonien unter besonderer Berücksichtigung der japanischen Arten (Fortsetzung) / Y. Asahina // *J. Jap. Bot.* – 1943. – Vol. 19. – P. 47–56, 227–244.
7. Sandstede, H. Ergänzungen zu Wainio's Monographia Cladoniarum Universalis unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Cladonien zu Asahina's Diaminprobe / H. Sandstede // *Feddes Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis Beiheft*. – 1938. – Vol. 103. – P. 1–103.
8. Цеттерман, Н. О. Кладонии БССР / Н. О. Цеттерман // *Учен. записки БГУ. Сер. биологическая*. – 1948. – № 7. – С. 110–133.
9. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society, 2001. – 101 p.

10. Ahti, T. Nordic Lichen Flora. Volume 5. Cladoniaceae / T. Ahti, S. Stenroos, R. Moberg. – Uppsala : Museum of Evolution, 2013. – 117 p.
11. Ahti, T. Correlation of the chemical and morphological characters in *Cladonia chlorophaea* and allied lichens / T. Ahti // *Ann. Bot. Fenn.* – 1966. – Vol. 3. – P. 380–390.
12. Ahti, T. Cladoniaceae / T. Ahti // *Flora Neotropica Monograph.* – 2000. – Vol. 78. – P. 1–362.
13. Holien, H. Notes on *Cladonia asahinae*, *C. conista* and the *C. grayi*-group in Norway / H. Holien, T. Tønsberg // *Gunneria.* – 1985. – Vol. 51. – P. 1–26.
14. The lichens of the *Cladonia pyxidata-chlorophaea* group and allied species in Poland / A. Kowalewska [et al.] // *Herzogia.* – 2008. – Vol. 21. – P. 61–78.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 03.03.2015

Tsurikov A.G., Golubkov V.V., Tsurikova N.V. Moss of Species Cladonia of Belarus: Cryptochlorophaea and C. Merochlorophaea

514 lichen specimens within Cladonia chlorophaea group collected in Belarus during 1937–2014 and housed in GRSU, GSU, MSKU and MSK herbaria were studied by thin layer chromatography (TLC). As a result, 43 samples were found to contain cryptochlorophaeic acid complex. 39 specimens appeared to be Cladonia merochlorophaea Asahina, 4 specimens were identified as Cladonia cryptochlorophaea Asahina. Both species are new to the county. Their morphological description and chemistry are provided in the article. The data obtained clarify the ecology and distribution of these species, both within our country and Europe.

НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК 911.35

С.В. Андрушко

*магістр геогр. наук, асистент каф. географіі
Гомельскаго дасударственаго універсітета імені Ф. Скоріны*

ФОРМИРОВАНИЕ УРБОЛАНДШАФТОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Рассмотрены исторические особенности развития городской территории и формирования урболандшафтов города Гомеля. Выделены границы урболандшафтов в зависимости от исходной природно-ландшафтной структуры территории и ее современного градостроительного использования, установлены особенности изменения структуры урболандшафтов на территории города Гомеля во второй половине XX в. Проведена геоэкологическая оценка урболандшафтов с учетом их техногенной трансформации по двум группам факторов: характеризующих 1) состояние экологического каркаса территории и 2) степень трансформированности морфолитоогенной основы. Используются дополнительные показатели антропогенного воздействия, такие как загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв тяжелыми металлами и шумовое загрязнение территории. На основании полученных результатов проведена типология урболандшафтов.

Введение

Под урболандшафтом понимается городской ландшафт, сформировавшийся в результате градостроительного преобразования территории, характеризующийся однородной природной основой и определенным типом градостроительного использования [1]. Урболандшафты представляют собой особый тип антропогенных ландшафтов, которые в ходе длительного времени своего формирования существенно преобразовываются, а на современном этапе еще и подвергаются множеству видов антропогенного воздействия и загрязнения. Современные урболандшафты представляют собой сочетание антропогенных и техногенных объектов с незначительной долей естественных природных элементов, которые выполняют роль средообразующего потенциала в ландшафте. Именно в пределах урболандшафтов проживает более 77% населения Беларуси, что обуславливает необходимость изучения как особенностей формирования урболандшафтов, так и их современного геоэкологического состояния совместно с предысторией его формирования.

Цель исследования – геоэкологическая оценка урболандшафтов города Гомеля. Задачи исследования: разработка методики геоэкологической оценки урболандшафтов; изучение истории формирования урболандшафтов на территории города Гомеля; геоэкологическая оценка урболандшафтов на двух временных срезах и их типология.

Особенности формирования и современное геоэкологическое состояние урболандшафтов рассмотрены на примере города Гомеля, второго по численности населения города в Республике Беларусь (более 561 000 чел. на 01.01.2015 г.), имеющего уникальную древнюю историю развития. Исходная природно-ландшафтная структура района исследований была представлена плосковолнистым аллювиальным террасированным (19,5%), волнисто-увалистым моренно-зандровым (44,5%) и плоскогивистым пойменным (36%) природными ландшафтами.

Методика исследования

Для геоэкологического анализа территории г. Гомеля были выделены 17 урболандшафтов, границами которых послужили природные рубежи (границы ландшафтов, рек), границы городских кварталов, транспортных коммуникаций или функциональных зон.

Геоэкологическая оценка урболандшафтов проведена посредством оценки их техногенной трансформации (ТТЛ) по двум группам факторов: 1) отражающих состояние экологического каркаса территории: а) средняя площадь лесного массива (км²); б) удельная площадь зеленых зон (леса, древесные насаждения, кустарники, луга (%)); в) площадь застроенных земель (%); и 2) характеризующих степень трансформированности морфолитогенной основы: г) удельная площадь техно-природных геологических процессов (%); е) удельная площадь техногенных грунтов (%); ж) вертикальная трансформация рельефа (м); з) удельная площадь высотной (6–18 этажей) застройки (%); и) плотность наземных техногенных коммуникаций (км/км²). Значения каждого показателя приводились к шкале от 0 до 1 (максимальная степень трансформации). Предложены следующие градации ТТЛ: до 0,25 – низкая; 0,25–0,5 – средняя; 0,5–0,75 – высокая; более 0,75 – очень высокая.

При комплексной геоэкологической оценке урболандшафтов были использованы дополнительные показатели, такие как загрязнение атмосферного воздуха (диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, фенол (до более чем 2 ПДК в пределах урболандшафтов [2–5]); загрязнение почв тяжелыми металлами (% территорий с умеренно опасным и опасным загрязнением от 16 до 128 Zс в пределах ландшафта) [2–5]; шумовое загрязнение территории (шумовое загрязнение свыше зоны акустического комфорта – более 45 Дб в пределах урболандшафтов) [2–5]. По каждому показателю выделены степени антропогенного загрязнения: незначительная, слабая, умеренная, значительная, – дополняющие проведенную оценку техногенной трансформации урболандшафтов.

История формирования урболандшафтов города Гомеля

Антропогенное преобразование в пределах современной территории города началось уже в 1 тыс. до н.э. с появлением первых поселений на террасах реки Сож [6]. Уже в 1 тыс. до н.э. на высоком коренном берегу Сожа поселение приобрело стационарный характер [0]. В VII в. н.э. на месте первобытного поселения возникло поселение, состоявшее из детинца, окольного града (укрепленного посада) и открытых посадов [0]. Первое официальное упоминание Гомеля датировано 1142 г. [7; 8, с. 66]. К началу XII в. уже существовало 3 посада: Северный, Южный и Прибрежный, или Восточный [0]. К концу XIII в. поселение начало приобретать черты городского центра, развиваясь как типичный средневековый ремесленный центр. В конце XVI в. начинала закладываться планировочная структура города. За пределами городских укреплений располагались сельскохозяйственные угодья жителей города [2].

В XVII в. в пределах современной городской черты, помимо самого местечка Гомель, находилось множество деревень: Якубовка, Старая Волотова, Плесы, Любны и др. В 1777 г. Гомель становится местечком в Белицком повете Могилевской губернии с населением 5 тыс. жителей (1775 г.) [7, с. 14]. Для местечка Гомель и города Белицы уже была характерна малоэтажная усадебная застройка (1–2 этажа) с прилегающими к зданиям лугами, пашней, огородами и садами. В начале XIX в. был создан новый план городской застройки, засыпался ров, окружавший древний городской детинец и долгое время выполнявший оборонительные функции. Город начал приобретать черты промышленного центра, появлялись первые крупные предприятия и малоэтажные здания. В 1854 г. Гомель был назначен уездным городом и начал интенсивно расширяться, а население 1880 г. составило 23,6 тыс. жителей [7, с. 14].

В начале XX в. за пределами западной границы города начал формироваться пригород. В течение XX в. в городскую черту вошли все близлежащие населенные пункты: Любны и Новики (1934 г.), Якубовка, Лещинец (1960 г.), Волотово (1974 г.), Старая и Новая Мильча, (1983 г.). К концу XX в. в городскую черту вошли другие населенные пункты, сформировавшие современную территорию города.

С XIX до начала XXI вв. площадь застройки на территории современного города увеличилась с 3 до 49,6%. В XIX в. значительную часть территории занимали пахотные земли (38%), луга и кустарники (40%), леса (около 15%). По мере расширения города в первую очередь осваивалась территория волнисто-увалистого моренно-зандрового ландшафта: в XIX в. здесь было застроено 3,8%, в середине XX в. – 33%, а в начале XXI – более 70% площади. Городская застройка захватывала в основном бывшие сельскохозяйственные земли, доля которых сократилась в 10 раз.

В середине XX в. городское строительство стало развиваться в плосковолнистом аллювиальном террасированном ландшафте, где долгое время сохранялась относительно высокая доля лесов (до 20%) и лугов (до 25%). К началу XXI в. около 60% площади плосковолнистого аллювиального террасированного ландшафта было застроено. Позднее всего стал осваиваться плоскогрядистый пойменный ландшафт, где строительство велось на массивах насыпных и намывных техногенных грунтах. К началу XXI в. было застроено около 11% площади данного ландшафта.

Изменение структуры урбандшафтов города Гомеля

В ходе анализа изменения структуры урбандшафтов установлено, что в середине XX в. только на площади 13,2% были распространены техногенные ландшафты, представленные селитебным ландшафтом с многоэтажной, общественной и усадебной застройкой. Тогда как к началу XXI в. уже 63% территории относились к техногенным ландшафтам и были представлены как селитебным, так и промышленным ландшафтом (производственно-складская и транспортная функциональные зоны). В соответствии с этим, значительно изменилась площадь антропогенных ландшафтов и их структура. На современном этапе только на площади 26% представлены природно-антропогенные ландшафты, что в 2,8 раза меньше, чем в середине XX в. Изменение структуры урбандшафтов на территории г. Гомеля с середины XX в. до начала XXI в. приведены в таблице.

Таблица. – Изменение структуры урбандшафтов на территории города Гомеля со второй половины XX и до начала XXI вв.

Название	Урбандшафт	
	Середина XX в.	Начало XXI в.
1. «Давыдовка – Осовцы»	Пахотный плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Селитебный ландшафт (сельская малоэтажная усадебная застройка)
2. «Речицкий проспект»	Пахотный плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Селитебный ландшафт (городская многоэтажная застройка)
3. «Западная промзона»	Лесохозяйственный плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Промышленный ландшафт (производственно-складская территория и открытые пространства)
4. «Пойма – Шведская горка»	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт	Аквально-луговой ландшафт
5. «Любенский – Монастырек»	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт	Селитебный ландшафт (смешанная многоэтажная и усадебная застройка)
6. «Пойма – Севруки – Ченки»	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт
7. «Лесопарк – Пойма»	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт
8. «Ильич»	Пахотный плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Селитебный ландшафт (сельская малоэтажная усадебная застройка)

9. «Новобелица»	Сенокосно-пастбищный плоско-волнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Селитебный ландшафт (городская смешанная многоэтажная и усадебная застройка)
10. «Волотова – Мазурова»	Сенокосно-пастбищный плоско-бугристый пойменный ландшафт	Селитебный ландшафт (городская многоэтажная застройка)
11. «Старая Волотова – Плесь»	Сенокосно-пастбищный плоскобугристый пойменный ландшафт	Пахотно-лесной плоскобугристый пойменный ландшафт
12. «Волотова – Кленковский»	Сенокосно-пастбищный плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт	Селитебный ландшафт (малоэтажная усадебная застройка)
13. «Северная промзона»	Лугово-пахотный пологоувалистый моренно-зандровый ландшафт	Промышленный ландшафт (производственно-складская и транспортная зоны)
14. «Залинейный»	Селитебный ландшафт (усадебная застройка)	Селитебный ландшафт (сельская малоэтажная усадебная застройка)
15. «Центр»	Селитебный ландшафт (многоэтажная жилая и общественная застройка)	Селитебный ландшафт (общественная и многоэтажная жилая застройка)
16. «Мильча – Северо-Западная промзона»	Пахотный пологоволнистый моренно-зандровый ландшафт	Промышленный ландшафт (производственно-складская и транспортная зоны)
17. «Сельмаш – Брилево»	Сенокосно-пастбищный пологоувалистый моренно-зандровый ландшафт	Селитебный ландшафт (смешанная многоэтажная и усадебная застройка)

Основная тенденция изменения урболандшафтов за последние 50 лет – переход сельскохозяйственных природно-антропогенных ландшафтов в селитебные и промышленные техногенные. В пределах оставшихся ландшафтов сельскохозяйственного класса отмечена тенденция перехода из лугово-болотного в аквально-луговой за счет искусственного расширения площади водоемов (№ 4). Урболандшафты представлены селитебным с усадебной, многоэтажной или смешанной застройкой и промышленным с производственно-складскими зонами и открытыми пространствами ландшафтами. Сельскохозяйственные и сельскохозяйственно-лесные природно-антропогенные ландшафты сохранились на периферии города или в границах пойменного ландшафта (№№ 4, 6, 7 и 11).

Геоэкологическая оценка урболандшафтов

В середине XX в. на площади 55,9% отмечалась средняя техногенная трансформация, в основном обусловленная высокой измененностью экологического каркаса территории, остальная же территория (44,1%) характеризовалась низким уровнем техногенной трансформации. В начале XXI в. в целом возрос общий уровень трансформации. До 61,8% увеличилась площадь территорий со средней степенью техногенной трансформации. На 14,7% отмечена низкая и на 23,6% площади – высокая степень антропогенной трансформации в урболандшафтах № 2 «Речицкий проспект», № 10 «Волотова», № 1 «Волотова – Кленковский», № 14 «Залинейный» и № 15 «Центр».

Анализ загрязнения атмосферного воздуха на территории города показал наличие атмосферного загрязнения до 3 ПДК по основным загрязняющим компонентам (диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, фенол). Наибольшая величина атмосферного загрязнения (3 ПДК) отмечена в селитебном урболандшафте № 9 и промышленных урболандшафтах № 13 и № 16, что обусловлено наличием крупных автомагистралей

и промышленных предприятий. Загрязнение 1–3 ПДК отмечено в 6 селитебных урбо-ландшафтах (№№ 2, 5, 10, 12, 14 и 15) и одном промышленном (№ 17), что обусловлено воздействием передвижных источников загрязнения. Для остальных 6 урболандшафтов, представленных селитебными урболандшафтами с малоэтажной застройкой (№№ 1, 8, 11), складскими территориями и открытыми пространствами (№ 3), а также сенокосно-пастбищными ландшафтами (№№ 4, 6, 7), характерно загрязнение в менее 1 ПДК по основным загрязняющим веществам.

Повышенное загрязнение почв тяжелыми металлами, занимающее более 15% их территории, характерно для 5 урболандшафтов, причем в пределах 3 урболандшафтов (промышленных урболандшафтов №№ 13 и 16 и селитебного с усадебной застройкой (№ 14) загрязнение выше допустимой нормы занимает более 20% территории. От 5 до 15% территории загрязнено в 4 селитебных урболандшафтах с многоэтажной застройкой (№№ 5, 9, 12 и 17), и только в пределах 3 урболандшафтов загрязнение почв тяжелыми металлами отсутствует.

По показателю шумового загрязнения 9 урболандшафтов, селитебные и промышленные, расположены в зоне, где превышена допустимая величина шумового загрязнения, что соответствует величине загрязнения более 60 Дб. В данных урболандшатах на наиболее оживленных магистралях шумовое загрязнение достигает 66–75 Дб, что соответствует зоне умеренного, большого и сильного шумового загрязнения. В урбо-ландшафте № 15 «Центр» загрязнение может достигать более 75 Дб, что соответствует зоне опасного шумового загрязнения.

В зависимости от преобладающих факторов техногенной трансформации и величины антропогенного загрязнения выделены 5 типов урболандшафтов (рисунок):

1 тип – *высоко трансформированные урболандшафты со значительным и умеренным антропогенным загрязнением* (№№ 10 и 12). Они занимают 6,9% площади территории города. Представлены селитебным ландшафтом с преобладанием многоэтажной застройки, расположены на искусственном основании, возраст жилой застройки до 20 лет; техногенная трансформация обусловлена значительной площадью высотной застройки и транспортных коммуникаций. Практически полностью отсутствуют зеленые насаждения, активно развиваются техно-природные геологические процессы (эрозия, суффозия). Антропогенное загрязнение представлено умеренным и сильным шумовым загрязнением, а также умеренным загрязнением атмосферного воздуха. С целью снижения шумового загрязнения предлагается проводить озеленение вдоль основных транспортных магистралей, которое позволит значительно снизить шумовое загрязнение, а также санировать воздух от основных загрязняющих веществ.

2 тип – *урболандшафты с высокой и средней техногенной трансформацией и значительным антропогенным загрязнением* (№№ 9, 13–16). Они занимают 47,4% площади территории города. Представлены селитебным и промышленным урболандшафтами, морфолитогенная основа преобразована частично, техногенная трансформация связана с нарушением экологического каркаса территории. Характерно наибольшее загрязнение почв тяжелыми металлами (во всех урболандшафтах за исключением № 9 «Новобелица»), в трех из пяти урболандшафтах отмечен максимальный уровень загрязнения атмосферного воздуха, шумовое загрязнение выше нормы. Для улучшения качества окружающей среды предлагается проводить озеленение как вдоль основных транспортных магистралей, так и внутридворовое.

3 тип – *урболандшафты со средней и высокой техногенной преобразованностью и умеренным антропогенным загрязнением* (№№ 2, 5, 11 и 17). Они занимают 17,6% площади территории города. Представлены селитебным с многоэтажной застройкой и промышленным техногенными урболандшафтами. Характерна средняя степень техногенной трансформации, обусловленная значительным изменением элементов эколо-

гического каркаса. Отмечена значительная степень атмосферного и шумового загрязнения. Для улучшения качества окружающей среды предлагается проводить озеленение вдоль основных транспортных магистралей, что позволит снизить шумовое загрязнение и санировать воздух от загрязняющих веществ, что особенно актуально в жилых районах.

4 тип – *урболандшафты со средней и низкой степенью техногенной трансформации и умеренным и слабым антропогенным загрязнением* (№№ 1, 3, 4 и 8). Они занимают 13,2% площади территории города. Представлены жилым урболандшафтом с садовой застройкой, складскими и открытыми пространствами, а также аквально-луговым ландшафтом, расположены на периферии города. Отмечена средняя и высокая трансформация экологического каркаса территории, в связи с чем предлагается его восстановление и увеличение площади зеленых зон и лесных массивов.

5 тип – *урболандшафты с низкой техногенной трансформацией и незначительным антропогенным загрязнением* (№№ 6 и 7). Они занимают 14,7% площади территории города. Представлены сенокосно-пастбищными пойменными ландшафтами и являются источниками стабилизации и поддержания средообразующего потенциала городских территорий. Рекомендуется увеличение площади данного типа урболандшафтов.

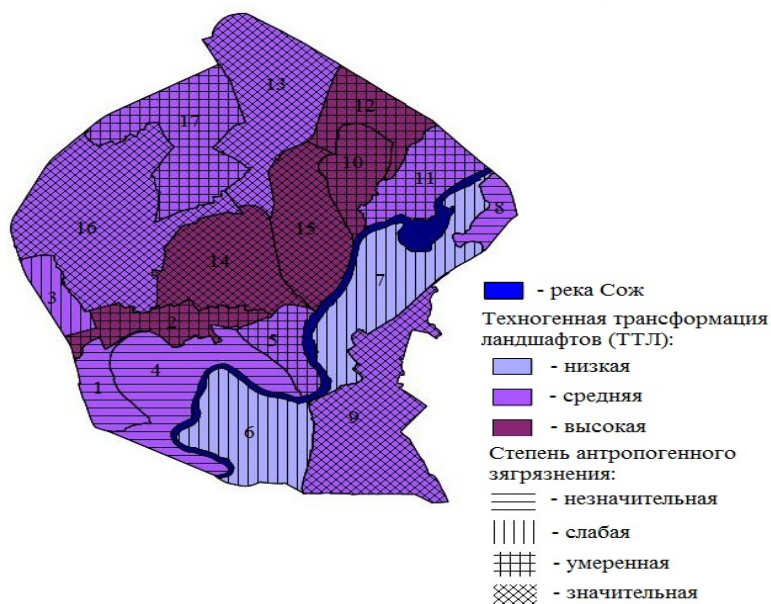


Рисунок. – Геоэкологическая оценка урболандшафтов

Заключение

В ходе анализа изменения структуры урболандшафтов установлено, что с середины XX в. до начала XXI в. площадь техногенных ландшафтов увеличилась в 4,7 раза (с 13,2% до 63%) и была сформирована жилым урболандшафтом с многоэтажной, общественной и садовой застройкой, а также промышленным ландшафтом (производственно-складская и транспортная функциональные зоны). Основная тенденция изменения урболандшафтов за последние 50 лет – переход сельскохозяйственных природно-антропогенных ландшафтов в жилые и промышленные техногенные.

Геоэкологическая оценка техногенной трансформации урболандшафтов с середины XX в. и до начала XXI в. показала увеличение территории со средней степенью техногенной трансформации с 55,9 до 61,8%, снижение площади территорий с низкой степенью техногенной трансформации с 44,1 до 14,7% и появление территорий с высокой степенью техногенной трансформации на 23,6% территории. С учетом сочетания

величины техногенной трансформации ландшафтов и параметров антропогенного загрязнения (загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв и шумовое загрязнение) выделено 5 типов урбандиафтов, для каждого из которых предложены свои мероприятия для оптимизации их геэкологического состояния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фалолеева, М. А. Ландшафтно-градостроительный анализ территории г. Минска / М. А. Фалолеева // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2002. – № 2. – С. 70–75.
2. Генеральный план г. Гомеля. 2 этап. Обосновывающая часть. Книга Ша. Историко-архитектурный опорный план. Пояснительная записка. – Минск : Науч.-проект. РУП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА», 2002. – 58 с.
3. Генеральный план г. Гомеля. 2 этап. Обосновывающая часть. Книга Шв. Охрана окружающей среды. Пояснительная записка. – Минск : Науч.-проект. РУП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА», 2002. – 200 с.
4. Разработка территориальной схемы охраны окружающей среды г. Гомеля. Комплексная оценка состояния окружающей среды : отчет о НИР (заключ.) / БелНИЦ «Экология» ; рук. темы В. М. Феденя. – Минск, 2006. – 103 с. – № ГР 20062597.
5. Разработка территориальной схемы охраны окружающей среды г. Гомеля и прилегающих районов. Автотранспорт. Выбросы : отчет о НИР / БелНИЦ «Экология» ; рук. темы В. М. Феденя. – Минск, 2006. – 62 с. – № ГР 20062597.
6. Памяць : Гіст.-дакум. хроніка Гомеля : у 2 кн. – Минск : БЕЛТА, 1998. – Кн. 1. – 608 с.
7. Гомель : энцкл. справ. / редкол.: И. П. Шамякин [и др.]. – Минск : БелСЭ, 1990. – 527 с.
8. Макушников, О. А. Гомельское Поднепровье в V – середине XIII вв.: социально-экономическое и этнокультурное развитие : монография / О. А. Макушников. – Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2009. – 221 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.05.2015

Andrushko S.V. The Formation of Urban Landscapes of the City of Gomel and Their Geoecological Assessment

In the following study historical details of the development of the urban area of Gomel and its urban landscapes formation have been investigated. The borderlines of the urban landscapes have been revealed considering the initial natural landscape structure and town-planning activities on the territory, and peculiarities of landscape structure changes on the territory of Gomel during the second half of the XX century have been analyzed. During the research geoecological assessment of the urban landscapes has been conducted considering two groups of their technogenic transformation aspects: the ones characterizing the general state of the ecological framework of the territory and the aspects of assessment of morpho-lithogenic basis transformation grade. During the study a number of additional indicators of anthropogenic influence have been used, which are: air pollution, heavy metal soil contamination, and noise pollution of the territory. On the basis of the research results a geoecological typology of the urban landscapes has been conducted.

УДК [911.2:630:004] (477.83-25)

О.Б. Бабич*аспірант каф. конструктивной географии и картографии
Львовского национального университета имени Ивана Франко***ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ СЕТЕВОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСНЫХ МАССИВАХ ЛЬВОВА**

В статье обоснована концепция сетевого информационного пространства в лесных геосистемах пригородных массивов Львова. Создана ландшафтная карта на уровне подурочищ в Лапаевской пригородной лесной зоне Львова, где продемонстрирована концепция неразрывности сетевых параметров в геосистемах. Раскрыта сущность определений сетевого информационного пространства и связь с географическими объектами. На основе проведенных физико-географических исследований сформулированы выводы об особенностях сетевого пространства, его значении в динамичном функционировании лесных геосистем и рациональном использовании стратегических объектов. Проанализированы основные преимущества сетевых структур в природных территориальных системах, контекст их дальнейшего развития и стратегическое значение. Сфера сетевого пространства охватывает практически все звенья ландшафтных геокомплексов пригородных лесных массивов, дает возможность отделить малые сети от больших, которые формируются по принципу «сеть в сети». Информационное пространство тесно связано с сетевым пространством в лесных геосистемах исследуемой территории, соединенных узловыми природными коридорами, которые имеют индивидуальные свойства.

Введение

Исследование и изучение сетевого и информационного пространства присуще практически всем наукам: географии, биологии, математике, философии и т.д. Например, в географии в глобальном масштабе это может быть исследование гидрологической сети континентов, градусной сети планеты, что имеет в своем составе значительное количество геоинформации, которую можно превратить из одной формы в другую. Концепцию становления сетевых моделей и их проблемные основы описали в своих трудах М. Грановеттер, Э. Гидденс, Р. Коллинз и другие представители научного мирового сообщества. Особенности информационных взаимодействий посвящены монографии Д. Чернавского и Н. Кузнецова.

Сетевое информационное пространство лесных геосистем

Сетевое пространство можно считать абстрактным понятием многомерного пространства, которое создается благодаря пространственным координатам и параметрам времени и особенностям сетевых взаимодействий между субъектами ландшафтных структур (рисунок). Морфология сетевого пространства лесных геосистем на семантическом уровне соединены разными узлами, в частности, энергией и информацией.

Сетевое информационное пространство имеет свойство передавать сигналы и коды от одного территориального объекта другому и характеризуется особенной способностью к организации и упорядоченности. Организованность информационных потоков в сетевом пространстве имеет свои закономерности, с помощью которых осуществляется контроль информационного уровня лесных геосистем.

Информационное пространство в лесных геосистемах пригородных массивов Львова имеет следующие основные характеристики:

- 1) способность объединять сети вокруг информационных потоков;
- 2) способность передавать информацию на малое или большое расстояние;
- 3) способность преобразовывать информацию из одной формы в другую;
- 4) способность хранить информацию в течение определенного периода времени.

Информация территориальных систем представлена в совокупности информационных взаимосвязей, которые вследствие специфических свойств территориальных систем соответствующим образом структурируются и активно включаются в течение функциональных, динамических и эволюционных процессов [3].

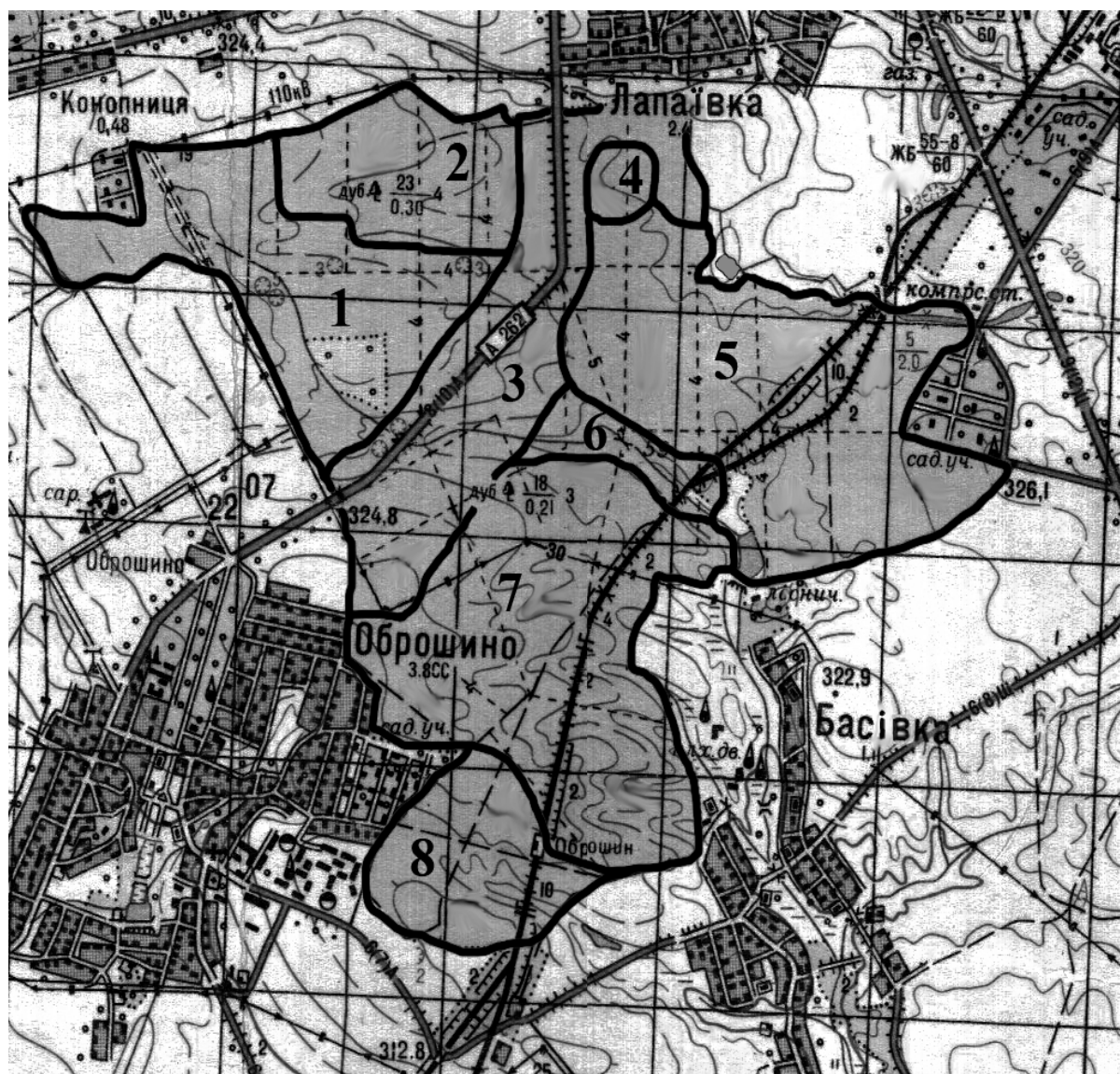


Рисунок. – Ландшафтная карта на уровне подурочищ Лапаевской пригородной лесной зоны Львова

Сетевое информационное пространство сосново-дубового древостоя (а)

Подурочище 1 (ровная поверхность с разнотравными сосново-дубовым древостоем на темно-серой лесной почве) и подурочище 2 (ровная поверхность с разнотравной ежевично-ожиковой растительностью и сосново-дубовым древостоем на темно-серой лесной почве) пригородной лесной зоны Львова объединяет общая сеть сосново-дубового древостоя (а) со средним информационным пространственным распространением 26,5 м (по высоте деревьев) и 34,5 см (по диаметру ствола).

Территориальная информация соответствует принципу целесообразной организации действий, т.е. их согласованности во времени. Для этого необходимо, чтобы объект отслеживал последствия своих действий, воспринимал информацию, возникшую после каждого этапа этих действий, и реализовывал ее в дальнейшем [5]. Информационное управление в территориальных образованиях как таковое осуществляется путем информационных связей и содержит различные формы усиления не столько физических, сколько информационных и организующих воздействий вообще [2].

Сетевое информационное пространство грабово-дубового древостоя

В подурочище 3 (ровная поверхность с разнотравными грабово-дубовым, одиноким кленовым подростом на серой лесной почве) Лапаевской пригородной лесной

зоны Львова возникает сеть грабово-дубового древостоя со средним информационным пространством 25 м (высота деревьев) и 28,25 см (диаметр ствола).

Структурная организация систем, безусловно, коррекционно влияет на показатели информационного разнообразия, в то же время такой показатель имеет значительные бесструктурные признаки. Поэтому количество информации, которую понимают как функцию количества многообразия системы, ограниченного количеством связей, может служить показателем степени сложности системы, но не мерой упорядоченности и организованности системы [4].

Подурочище 4 (ровная безлесая поверхность с болотной растительностью на сильно переувлажненной серой лесной почве) формирует сеть, где отсутствует древостой.

Сетевое информационное пространство соснового древостоя

Ландшафтные единицы 5–8 Лапаевской пригородной лесной зоны Львова создают сеть соснового древостоя со средним информационным пространством 23,87 м (высота деревьев) и 30,75 см (диаметр ствола). В рамках сетевых форм лесных геосистем увеличивается значимость территориального фактора, ведь новые системы в межкоммуникативном взаимодействии не изменили функциональной значимости границ стратегически важных геосистем.

Главным содержанием иерархически-информационного функционирования природных территориальных систем является доминирование функций высших уровней информационной организации над функциями низших [1].

Сетевое информационное пространство сосново-березового древостоя

Подурочище 5 (ровная поверхность с сосново-березовым древостоем на серой лесной почве) характеризуется сетью сосново-березовых древостоев со средним информационным пространством 22,75 м (высота деревьев) и 27,5 см (диаметр ствола). На стыке 5 и 6 подурочищ Лапаевской пригородной лесной зоны Львова находится озеро, которое выполняет стратегическую функцию рекреационной и природоохранной деятельности. Следует отметить значение сетевых рекреационных и природоохранных зон в пределах вышестоящей категории сети пригородной зоны с наличием лесных геосистем.

Функционирование сетевого пространства на геосистемном уровне сопровождается формированием новой организационной парадигмы (например, пригородной лесной зоны Львова), что связано с изменением типа коммуникативных взаимодействий. В таком случае универсальный характер основной формы связи между лесными геосистемами приобретает не только сетевая структура, но и информационное пространство, возникающее в самих сетях.

Сетевое информационное пространство сосново-дубового древостоя (b)

Подурочище 6 (ровная поверхность с сосново-дубовым древостоем на переувлажненной серой лесной почве) объединяется в сеть сосново-дубового древостоя (b) со средним информационным пространством 26,75 м (высота деревьев) и 32,25 см (диаметр ствола). В этой лесной геосистеме наблюдается значительная вырубка соснового фитоценоза 70–75 лет.

Сетевое информационное пространство сосново-букового древостоя

Подурочище 7 (ровная поверхность с разнотравной ежевично-ожиковой растительностью и сосново-буковым древостоем на серой лесной почве) характеризуется сетью сосново-букового древостоя со средним информационным пространственным распространением лесного фитоценоза 25,5 м (по высоте) и 32,25 см (по диаметру ствола).

Отсутствие «центра» в сетевом пространстве лесных геосистем и функциональные процессы, происходящие в сети, – важные компоненты мобильности структуриро-

ванной системы пригородных массивов Львова. В сетевом и информационном пространстве лесных геосистем происходят горизонтальные и вертикальные природные процессы обмена веществом, энергией, информацией между его компонентами.

Сетевое информационное пространство сосново-березово-букового древостоя

Подурочище 8 (ровный сниженный участок плато с мало или практически не выраженным микрорельефом, с сосново-березово-буковым древостоем на темно-серой лесной почве) соединяется в сеть сосново-березово-букового древостоя со средним информационным пространством распространения деревьев 18,83 м (по высоте) и 23,66 см (по диаметру ствола).

Заключение

Важным фактором, который выступает механизмом возникновения структурной организации сетевого информационного пространства в лесных геосистемах, является соединение информационных связей с функциональной естественной средой. Универсальность сетевого пространства заключается в описании самих информационных узлов, возникающих в целостной системе пригородных лесных массивов Львова. Сетевые отношения геосистемного уровня находятся в тесной взаимосвязи, соединены информационными коридорами; их агенты включены в несколько сетевых структур одновременно. Такое сетевое объединение приводит в рекурсивный характер и возникает сетевое пространство в сетевом пространстве с особыми формами информационного пространства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буданов, В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании : дис. ... д-ра филос. наук : 09.00.08 / В. Г. Буданов. – М., 2007. – 232 с.
2. Кремьянский, В. И. Методологические проблемы системного подхода к информации / В. И. Кремьянский. – М. : Наука, 1977. – 288 с.
3. Петлин, В. Н. Синергетические зависимости в организации природных территориальных систем / В. Н. Петлин. – Львов : ЛНУ имени Ивана Франко, 2013. – 396 с.
4. Сетров, М. И. Общие принципы организации систем и их методологическое значение / М. И. Сетров. – Л. : Наука, 1971. – 120 с.
5. Янковский, С. Я. Концепции общей теории информации / С. Я. Янковский. – М. : Наука, 1997. – 263 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 19.12.2014

Babych O.B. Formation of the Concept of Network and Information Space in Suburban Forests Lvov

Article scientifically presence of network and information space in forest geosystems green zone city Lviv. Universality network and information space suburban forest zone of Lviv is closely interrelated geosystems represented. On the basis of field physiographic experiments there was made a fragment of a landscape map on the basis of natural boundaries in the suburban forest area of Lvov Lapayevka. Case study of the forest geosystems, such as, for example, the landscape units, shows the research of biometrical index of the forests which are concentrated in a suburb of the city Lvov. The information space is closely related with the network space in the forest geosystems of the study area, connected nodes natural corridors that have individual properties.

УДК 551.43(476)

Н.Ф. Гречаник¹, М.А. Богдасаров²¹канд. геогр. наук, доц. каф. географіі і прыродопользавання
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина²д-р геол.-минерал. наук, проф., зав. каф. географіі і прыродопользавання
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина**РЕЛЬЕФ ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА РЕКИ ЯСЕЛЬДА**

В статье дана характеристика геоморфологических районов, соответствующих местным морфологическим комплексам современного рельефа территории бассейна реки Ясельда. В описании геоморфологических единиц выделены высотно-ярусные уровни, особенности физиономического облика территории, выделены генетические агенты, проявление которых способствовало формированию типов и форм рельефа.

Современный рельеф бассейна р. Ясельда представлен плоскими заболоченными и плосковолнистыми низинами и равнинами, отдельными разноплощадными массивами моренной равнины и грядовыми массивами конечно-моренных образований, а также слабо выраженными речными долинами притоков. Доминирующим рельефообразующим агентом в бассейне реки явилась деятельность припятского оледенения днепровского и сожского времени. Сформированные в то время ледниковые, водно-ледниковые формы в последующем были преобразованы эрозионной деятельностью временных и постоянных водотоков, эоловыми, карстовыми и в меньшей степени гравитационными процессами. В последние десятилетия XX в. и в настоящее время ощутимым рельефо-преобразующим фактором является хозяйственная деятельность человека. Значительные площади в бассейне реки занимают техноморфы в виде водохранилищ, прудов, каналов, дамб и карьеров.

Рельфообразующими породами в бассейне Ясельды являются аккумуляции квартера, которые представлены различными генетическими типами, формирование которых происходило в различных палеогеографических обстановках. Доминирующими рельефообразующими типами отложений являются водно-ледниковые, озерно-аллювиальные, аллювиальные, болотные, озерные, эоловые и моренные. Рельфообразующие отложения подстилаются аккумуляциями неогенового, палеогенового и мелового возраста. Мезозойско-кайнозойские аккумуляции участвуют в строении чешуйчатых дислоцированных образований, выражающихся в современном рельефе северной и восточной части Загородья и окрестностях Логишина.

Северо-западная часть исследуемой территории расположена в пределах геоморфологической области равнин и низин Предполесья, а основная часть бассейна находится в пределах области Полесской низменности. В границах первой области в бассейне р. Ясельда выделяется два геоморфологических района: Коссовская моренно-водно-ледниковая равнина с краевыми ледниковыми образованиями и Пружанская моренно-водно-ледниковая равнина с краевыми ледниковыми образованиями. В области Полесской низменности выделяется три геоморфологических района: Наревско-Ясельдинская озерно-аллювиальная равнина, краевые ледниковые образования и водно-ледниковая равнина Загородья, Логишинская водно-ледниковая равнина с краевыми ледниковыми образованиями [1].

Коссовская моренно-водно-ледниковая равнина с краевыми ледниковыми образованиями

Равнина расположена в крайней северо-западной части Ясельдинского бассейна. На юге характеризуемая территория ограничивается Наревско-Ясельдинской равниной.

В тектоническом отношении Коссовская равнина в пределах характеризуемой территории ясельдинского бассейна приурочена к северо-восточному окончанию Подляско-Брестской впадины и Ивацевичскому погребенному выступу Белорусской антеклизы.

Ложе четвертичных образований характеризуется развитием крупного поднятия, находящегося за пределами бассейна с возвышенным участком южнее Волковыска (129,3 м), от которого поверхность снижается к востоку до 50 м. Ложе осложнено серией субмеридиональных ложбин ледникового выпихивания и размыва. Днища их опущены до абсолютных отметок 10–30 м. Основные черты погребенного рельефа хорошо отражаются в дневной поверхности, в виде долин рек Темры и Мацовки, совпадающих с ледниковыми ложбинами.

Отметки дневной поверхности в пределах района снижаются к востоку от Балтийско-Черноморского водораздела и в дистальном направлении от краевых образований. Главный водораздел на этой части бассейна проходит восточнее д. Новый Двор к деревням Кукличи, Вильяново, Верчицы, Иодчики, Хрищановичи. Абсолютные высотные отметки по линии водораздела варьируют: 181–195–190–180–167 м. В рельефе выделяются три ярусные ступени: выше 190 м, 170–190 м и ниже 170 м. Высшая ступень занята крупнохолмистыми и грядовыми формами краевых образований, на средней развиты преимущественно средне- и мелкохолмистые краевые формы, участки моренной равнины и верхние части водораздельных зандровых поверхностей, нижней соответствует пологонаклонный зандр и долины ручьев, по которым отметки снижаются до 149 м (урез руч. Федоска). Суммарная амплитуда рельефа составляет около 110 м. Приводо-раздельные части в основном сглаженные, пологоволнистые, на поверхности которых часто встречаются разноразмерные валуны кристаллических пород. Относительные превышения основной части территории составляют 15–20 м, реже до 30 м. По направлению к Наревско-Ясельдинской равнине рельеф принимает мелкохолмистовалистый и пологоволнистый облик. На придолинных участках развито много оврагов и балок с конусами выноса в устье.

Пружанская водно-ледниково-моренная равнина с краевыми ледниковыми образованиями

Район включает в себя комплекс краевых ледниковых образований, зандров и моренных равнин припятского оледенения сожского времени. Простирается с запада на восток в пределах бассейна составляет 40 км, а в меридиональном направлении протяженность достигает 28 км. Южная граница района совпадает с предельной границей распространения припятского ледника сожского времени. В геоструктурном отношении район охватывает северо-восточную часть Подляско-Брестской впадины и часть западного склона Полесской седловины.

Рельеф коренных пород представляет собой неровную, слабо наклоненную к северу и западу поверхность. Глубина залегания пород кристаллического фундамента находится на отметках от –500 до –700 м. Поверхность ложа четвертичного покрова неровная с абсолютными отметками 60–90 м, а в местах изометричных понижений опускается до отметки 20 м. Мощность четвертичных отложений 60–90 м, а в переуглублениях она достигает 140 м. В основании четвертичных отложений залегают палеоген-неогеновые пески и глины, реже – известняки и мергели позднемелового возраста. Большинство понижений в ложе четвертичного чехла прямо отражено в дневной поверхности, хотя общее распределение максимальных абсолютных отметок находится в обратном соотношении. Полоса наиболее приподнятого рельефа занимает северную часть района. В восточном направлении отметки чуть убывают до линии Пружаны – Трухоновичи, а дальше их уменьшение на 20–30 м становится более четким. На крайнем северо-восточном участке абсолютные отметки высот возрастают до 189 м. От этой

наиболее возвышенной полосы местность к западу и северу резко, а к югу и востоку постепенно снижается до 150–155 м.

Реки и ручьи района полностью унаследовали систему гляциофлювиальных долин. Радиально-центробежный рисунок с кольцевым обрамлением выделяется на междуречье Ясельды и канала Винец, Ясельды и Жегулянки.

Абсолютные отметки земной поверхности приходятся на 157–189 м, причем максимальные высоты характерны для северной части района. В южном направлении они постепенно снижаются. Наибольшие площади занимает пологоволнистая и плоская водно-ледниковая равнина с отметками 160–168 м. В северной части поверхность этой равнины осложнена флювиокамами и термокарстовыми западинами. Камы встречаются в окрестностях деревень Бакуны, Клепачи, Козлы, Силичи и Нестерки. Их относительные превышения достигают 5–8 м. Диаметр основания 150–340 м, крутизна склонов 10°. Более высокий гипсометрический уровень (165–174 м) образует небольшие фрагменты пологоволнистой моренной равнины у деревень Ольшаны, Репехи, Смоляны. Еще выше располагаются денудированные участки среднехолмистых и платообразных конечно-моренных образований с отметками до 189 м. На территории района выделен угловой Пружанский массив, который приурочен к междуречью верховьев Ясельды и Поперечной [1]. Наиболее выражен этот массив на участке деревень Лихосельцы, Силичи, Трухановичи, где развит холмисто-грядовый рельеф с относительными превышениями 10–15 м. Склоны холмов имеют крутизну от 10 до 30°. В восточной части района денудированные конечно-моренные гряды выделяются возле деревень Малеч, Кабаки и Воржбиты. На этом участке развиты гляциодислокации, которые имеют чешуйчато-надвиговое строение [2].

Анализ распределения краевых ледниковых образований и гляциофлювиальных долин позволяет выделить на равнине два крупных ледниковых языка, расходившихся от Пружанского углового массива, занимающего междуречье верховья Ясельды и Поперечной. Наиболее выразителен Пружанский массив на участке Лихосельцы – Трухановичи – Силичи, где выделяется крупнохолмисто-грядовый рельеф с абсолютными отметками до 185–189 м. Относительные превышения достигают 10–15 м и более. От этого места краевые формы трассируются на юго-запад и юго-восток.

К востоку от Пружанского углового массива краевые образования следуют в направлении Малеч – Береза – Бронная Гора. Центральную часть этой ветви занимает Березовская гляциодислокация, которая протягивается почти на 30 км от д. Леошки через д. Кабаки на д. Малеч. Сильная дислоцированность пород в пределах изогнутой гляциодислокации отмечается в карьерах у деревень Селец, Малеч, Хомичи, Первомайская и у г. Береза. В карьере д. Речица в дислоцированной толще на глубине четырех метров залегают александрийские озерные отложения мощностью до 4 м, которые подстилаются образованиями березинского ледникового горизонта.

Дислокация, приуроченная к приподнятому участку ложа четвертичных отложений, имеет чешуйчато-надвиговое строение. Мощность чешуи по данным замеров в карьере у д. Хомичи (восточная часть зоны гляционарушений) 100–120 м. В строении чешуи принимают участие мел-палеогеновые и четвертичные породы. Чешуи падают на север-северо-запад под углом 25–40°. В приконтактной части надвиговой зоны в мелу наблюдаются текстуры течения, а в нижележащий песок затерты окатыши мела и кремневая галька.

У деревень Малеч и Кабаки дислоцированные толщи состоят из писчего мела, глауконитово-кварцевых песков палеогена и кварцевых неогеновых песков, перекрываемых песчаными или суглинистыми гляцигенными отложениями. Мощность прослоев мела 7–8 м. Общая мощность чешуи до 20–40 м. Падение их на север под углом 20–30°.

Простираение основных элементов дислокации полностью совпадает с ориентировкой системы параллельных гряд и холмов протяженностью до 1–2 км. В межгрядовых понижениях на участках долин отмечаются озеровидные заторфованные расширения. Восточнее, в районе Бронной Горы, в строении морфологически хорошо выраженных форм принимает участие преимущественно песчано-гравийный материал. В центральной части отмечается сложное дислоцированное залегание различных типов отложений.

Самый низкий гипсометрический уровень занимают заторфованные ложбинные понижения шириной в 1–2,5 км, простирающиеся в субмеридиональном направлении, выходя за пределы района. По их тальвегам протекают канализированные водотоки. В пределах района широкое распространение получили эоловые формы. Они представлены песчаными буграми, серповидными и параболическими формами в северной части района у д. Трухановичи. Крупный линейный массив эоловых песков, простирающийся в субширотном направлении, расположен южнее д. Ворожбиты. Его длина составляет 9,9 км.

Наревско-Ясельдинская озерно-аллювиальная равнина

Район расположен в северо-западной части Полесья между Пружанской водно-ледниково-моренной равниной и Загородьем на юге и Коссовской моренно-водно-ледниковой равниной на севере. С востока он примыкает к Логишинской равнине с краевыми образованиями. Относительно сопредельных районов равнина понижена на 20–40 м. Территория занимает северо-восточную часть Подляско-Брестской впадины и северо-западную Полесской седловины. Положение равнины к югу от Белорусской антеклизы, отделенной Свислочским и Ляховичским разломами, определило неоднократное заложение на ее северном обрамлении краевых ледниковых образований, вдоль которых происходил усиленный размыв доледниковых поверхностей и их последующее заполнение моренными, водно-ледниковыми и аллювиальными осадками [1].

В рельефе ложа четвертичного покрова прослеживаются крупные понижения субширотного и субмеридионального направлений. Крупнейшая из них – Наревская ложбина ледникового выпахивания и размыва – вытянута вдоль долины Нарева и частично захватывает верховья Ясельды. Днище ее опущено на глубину до –85 м. Приподнятые участки дочетвертичной поверхности располагаются на абсолютных отметках 110–130 м. Основной фон составляют высоты 80–100 м над уровнем моря.

Мощности четвертичных отложений не выдержаны. В среднем они измеряются 60–80 м, а по переуглублениям увеличиваются до 150–200 м и более.

Дневная поверхность в преобладающей части территории имеет абсолютные отметки 140–153 м. В северной половине района, на участках водно-ледниковой равнины и на Наревско-Ясельдинском водоразделе, высоты достигают 160–162 м. Минимальные отметки (136 м) зафиксированы на уресе Ясельды у юго-восточной границы района. В связи с положением района на морфологически наиболее слабо выраженном участке Балтийско-Черноморского водораздела, поверхность ясельдинского бассейна незначительно наклонена к юго-востоку. Водораздел занят крупными болотными массивами.

Общий рисунок гидросети района радиально-центробежный. Реки от главного водораздела расходятся к юго-востоку и востоку. На участке ясельдинских озер выделяется Наревско-Ясельдинская равнина как обширное понижение была территорией развития крупных озер и основных артерий стока северо-западной части Полесья. Широкие, слабо выраженные долины и крупные озера – характернейшая черта строения ее рельефа. Основную часть района занимают разновозрастные ступени озерно-аллювиальной равнины, свидетельствующие об основных этапах формирования открытого ре-

льефа в поозерско-голоценовое время. Наибольшие высоты района связаны с древне-береговыми образованиями, переработанными эоловыми процессами.

В разрезе озерно-аллювиальной равнины широкое участие принимают немые песчано-глинистые отложения, повсеместно перекрытые маломощным слоем торфа. Особенностью строения осадков является фациальное замещение по разрезу озерных толщ речными, что указывает на проточный характер озер и частые перемещения русл. Подтверждением этому является строение донных осадков озера Черное.

Озерно-аллювиальная равнина в пределах территории ясельдинского бассейна разделяется на три участка: Верхне-Ясельдинский, Средне-Ясельдинский и Бобровичско-Выгоновский.

На Верхне-Ясельдинском участке озера не сохранились. Все они спущены или заторфованы. Центральную часть участка занимает болото Дикое, из которого берут начало реки Нарев и Ясельда. Верхняя часть торфяной залежи этого участка представлена осоковым торфом, иногда перекрытым осоково-гипновым. Под ним залегает древесно-тростниковый торф, подстилаемый гипновым или озерным мергелем и сапропелем мощностью 0,2–0,6 м. Общая мощность залежи до 3,5 м. Из других болотных массивов этого участка выделяется Хоревский, занимающий верхний отрезок долины Ясельды между деревнями Хорево, Вошиничи, Новоселки, Скорцы, Рогачи и Панасовичи. Строение залежи аналогично разрезу массива Дикое. Мощность отложений здесь увеличивается до 4,5 м, в том числе мергеля – до 1,6 м, сапропеля – до 0,6 м. Абсолютные отметки поверхности Хоревского массива 154–155 м, что на 4–5 м ниже отметок болота Дикое.

На северо-востоке района расположен Бобровичско-Выгоновский участок, занимающий гораздо большую площадь. Урез озер Бобровичского и Выгоновского 151 м, отметки поверхности окружающих болот 152–154 м. Торфяная залежь преимущественно низинная и мелкозалежная. Местами на отдельных участках установлено развитие маломощного слоя верхового торфа. Древнебереговая линия Бобровичско-Выгоновского мелководного бассейна хорошо фиксируется по своеобразным формам у д. Выгоноще, где абсолютные отметки возрастают до 159–162 м. Относительные отметки береговых форм вместе с эоловой надстройкой составляют до 4–6 м.

Системой заболоченных долин Бобровичско-Выгоновский участок соединяется со Средне-Ясельдинским. Центральную часть Средне-Ясельдинского участка занимают три крупных озера: Белое, Черное и Споровское. Последнее дренируется Ясельдой. Несколько меньшее проточное озеро Заозерское находится на юго-восточном окончании участка у д. Мотоль. От него на север-северо-восток, по направлению на Бобровичское озеро, в зоне влияния Выжевско-Минского разлома находятся карстовые озера Мульное и Гоща. Урез Белого и Черного озер составляет соответственно 143 и 142 м, Споровского и Заозерского – 141 и 140 м. В зоне распространения описываемых озер выделяются три уровня озерно-аллювиальной равнины: 142–144 м, 145–148 и выше 150 м, в то время как на первых двух участках таких уровней было только два. В настоящее время отмечается некоторое понижение уреза озер и сокращение их зеркал, что связано с прокладкой сети меж- и внутрибассейновых мелиоративных каналов.

Краевые ледниковые образования и водно-ледниковая равнина Загородья

Водно-ледниковая равнина и краевые ледниковые образования расположены на Пина-Ясельдинском междуречье. В плане район имеет форму неправильного треугольника. Северное, южное и восточное ограничения этой территории четкие. На западе граница проводится менее определенно по широкой заболоченной ложбине, тянущейся от устья р. Лосинцы на юго-запад вдоль деревень Судиловичи, Большие Лясковичи, Деревная и далее на пгт Антополь.

В субширотном направлении Загородье вытянуто на 85 км при максимальной ширине до 30 км. Район занимает наиболее приподнятую часть Полесской седловины с глубиной залегания фундамента до 300 м. Общая мощность четвертичного покрова Загородья достигает 80 м, составляя в среднем 30–40 м. Поверхность ложа четвертичного чехла приподнята относительно прилегающих участков на 20–30 м, на площади Кремненской гляциодислокации – на 40–50 м.

В строении четвертичной толщи участвуют ледниковые и водно-ледниковые образования березинского и днепровского возраста. По геолого-геоморфологическим особенностям различаются две части Загородья: повышенная северная, занятая краевым ледниковым комплексом, и пониженная южная, водно-ледниковая полого наклоненная равнина к р. Пине и Днепровско-Бугскому каналу, которые находятся за пределами Ясельдинского бассейна.

Северная часть Загородья представляет собой территорию с пересеченным холмисто-грядовым рельефом, абсолютные отметки которого меняются от 140 м на окраинах до 173–175 м во внутренних районах. При этом максимальные высоты группируются в северной части в две полосы: внутреннюю, которая протягиваются по направлению деревень Кремно, Микитск, Достоево, Оснежицы, и внешнюю, простирающуюся в направлении деревень Дроботы, Сорочкин, Щекотск, Горовата, Боровая, Березовичи. В пределах водно-ледниковой равнины отметки снижаются от 155 до 140 м.

Гидрографическая сеть представлена небольшими, преимущественно канализированными реками (Меречанка, Мышь, Плеса и др.), расходящимися от проксимальной части краевого ледникового комплекса в северном направлении. Реки и небольшие безымянные ручьи, текущие к северу заложены по ложбинам стока ледниковых вод или по межгрядовым понижениям. Их истоки не выходят за контуры внешней полосы поднятий. Рисунок долинной сети параллельный, на участках развития гляциодислокации параллельный концентрический. Особенно выразителен такой тип рисунка на Кремненской гляциодислокации.

По особенностям морфологии и условиям формирования краевого ледникового комплекса наиболее четко выделяется в современном рельефе внутренняя (северная) зона, указывая на преобладание в ней напорных образований [3]. На северо-западе выделяется массивное чешуйчато-надвиговое сооружение – Кремненская гляциодислокация [3; 4]. Расположена она в прибортовой части между деревень Бездеж, Кремно, Ополь. В плане дислокация имеет форму косо срезанного полуэллипса с осью прогиба по направлению к юго-юго-западу в сторону деревень Тулятичи и Кремно. Длина дуги 20 км при ширине около 2 км. Прогиб в дистальном направлении составляет 8 км. Превышение дислоцированных рельефных поверхностей над озерно-аллювиальной равниной, расположенной к северу, составляет 28 м.

В строении дислоцированных образований принимают участие мел-палеоген-неогеновые (мел, пески, глина) отложения, четвертичные разнотерные пески и валунные супеси. Чешуйчатое строение дислокации хорошо прослеживается на аэрофотоснимках по полосовому ее изображению. В направлении на д. Белая выделяется 43 полосы. Распаханность территории не позволяет отметить их прямое выражение в рельефе, но по высыпкам мела они легко опознаются. На отдельных участках превышения грядок до 0,5 м. Длина полос около 1 км, реже до 2 км. Шаг между ними – около 40 м. Мощность чешуи в карьере, расположенном в 1 км к западу от д. Бездеж, составляет около 30–50 м. Чешуи наклонены к северу под углом 20–45°.

Механизм формирования дислокации указывают на локализацию дислоцированных толщ у дистального замыкания ложбины ледникового выпавивания, на приуроченность их (с южным смещением) к зоне субширотного разлома и на наличие флексу-

образного перегиба коренных пород вдоль северной части Загородья. Срыв и перенос пород ложа вперед – вверх оценивается в 3–12 км [4].

К востоку от Кремненской дислокации морфологически выраженные краевые образования представлены насыпными формами. В рельефе выделяются холмы и гряды с относительными превышениями до 5–10 м, реже до 15 м. Гряды вытянуты в субширотном направлении. Длина их 0,5–5 км, чаще 2–3 км, ширина от 100–200 м до 1–2 км. В южных окрестностях деревень Мерчицы, Велесница, Масевичи встречаются одиночные флювиокамы в строении которых преобладают горизонтально-слоистые разности мелкозернистого песка с чередующимися маломощными прослойками зеленовато-серого глинистого материала. Западнее и восточнее д. Купятичи в стенках небольших карьеров выделяются гляцигенно-дислоцированные слои, сложенные песчаным и глинистым материалом. В глинистых слоях отмечается наличие карбонатных стяжений.

Гляциодислокация чешуйчато-надвигового типа находится в пределах краевого комплекса у д. Охово. В плане эта дислокация имеет форму симметричной дуги длиной до 8 и шириной 2 км. Отметки дневной поверхности здесь достигают 165 м. В южной полосе краевых образований выделяются также невысокие (до 5 м) пологие одиночные холмы и гряды. Эти формы рельефа характеризуются разнообразным строением. Отмечаются разновидности, построенные водно-ледниковыми песчано-гравийными и гравийно-галечными отложениями с незначительным участием валунов. Выделяются своими формами продолговатые холмы, в разрезах которых наряду с водно-ледниковым материалом наблюдаются маломощные (до 1 м) слои, выполненные моренным материалом. Краевые образования Загородья окаймляются сплошной полосой шириной 5–15 км водно-ледниковой равнины с участками вторичной моренной равнины. Поверхность западного участка преимущественно пологоволнистая. Разнообразят рельеф субширотные заторфованные понижения шириной до 200–600 м и протяженностью от 1,5 до 6 км. На заторфованных участках под слоем торфа залегают мергель и сапропель.

В современной моделировке поверхности основное место принадлежит медленному смещению склонового материала. Мощность склоновых отложений до 1–1,5 м. Их шлейфы перекрывают днища ложбин и террасированные участки.

Логишинская водно-ледниковая равнина с краевыми ледниковыми образованиями

На юге и востоке равнина ограничена долинами Ясельды и Вислицы, а с запада и севера оконтуривается Наревско-Ясельдинской озерно-аллювиальной равниной. В плане она имеет форму прямоугольника, вытянутого в широтном направлении на 35 км.

Территория расположена в пределах Полесской седловины и характеризуется сложным геологическим строением коренного основания и четвертичного покрова. Поверхность дочетвертичного рельефа неровная, со средними относительными превышениями до 30 м, максимально до 60 м. Абсолютные отметки изменяются от 34 до 120 м, преобладают высоты 80–110 м. Минимальные отметки приурочены к днищу ложбины северо-восточного простираения, прослеживающейся от пгт Логишин, через д. Мокрая Дубрава на д. Лыще.

Параллельно южному ограничению района протягивается полоса максимальных абсолютных отметок современного рельефа, отвечающая Логишинскому краевому ледниковому комплексу. Здесь западнее Логишина находится самая высокая точка (174 м) территории. В западном и северо-восточном направлениях вершинные поверхности постепенно снижаются до 155–160 м. Краевые формы в плане имеют форму дуги с осью прогибания, совпадающей с Логишинско-Малоплотницкой ложбиной. Между Логишином и д. Мокрая Дубрава рельеф крупногрядовый. Гряды вытянуты в три параллельные цепи. Превышения их 10–15 м. В сложении гряд принимают участие мел-палеогеновые

и четвертичные отложения. Меловые отторженцы между Логишином и Ковнятином были длительное время объектом эксплуатации. От Логишина одна ветвь дуги вытягивается в северо-западном направлении на деревни Соколовка, Клетная, Глинная. У д. Соколовка краевые образования имеют чешуйчатое строение. В основании чешуи залегают меловые породы. Судя по карьерным выработкам у дд. Клетная и Коранная, в крайней северо-западной части ветви, напорные образования замещаются насыпными. В восточном направлении краевой комплекс от Логишина протягивается на деревни Стошаны и Юзефины. На севере Логишинского участка выделяется вторая зона повышенного рельефа, также занятая краевыми образованиями. Абсолютные высоты достигают 165 м (к югу от д. Краглевици). Краевые формы разорваны поперечными понижениями, освоенными долиной р. Вислица и другими малыми безымянными водотоками. Днища плоские или слабоогнутые, обычно заторфованные на всю ширину. По одному из таких понижений проложен Огинский канал.

Строение краевого комплекса характеризует разрез стенки карьера, расположенного у южной окраины д. Краглевици. В юго-восточной стенке выработки вскрыты три чешуи, в сложении которых основное участие принимают мелкозернистые, разнотельные и гравелистые пески. В основании чешуи выделяется слой сильно перетертого мела с впрессованной галькой кремня и кристаллических пород. По надвигу внутренняя чешуя срезает верхние слои дистальной. Нормальная мощность чешуи 16–20 м. Угол падения на северо-восток. Причем характерно увеличение углов наклона проксимальных надвигов и общее выполаживание слоев с глубиной. Вся толща осложнена системой деформаций более мелкого порядка. Так, различаются малые (от 20 см до 1 м) блоки со слабым (1–3 см) вертикальным смещением. Простирающие образующей их системы трещин совпадают с общим простирающим чешуи (130°). Углы падения сместителей 40–75° [2]. К краевым образованиям в дистальном направлении прислоняются короткие (4–10 км) пологонаклонные зандры.

В юго-восточной части района в пределах Парахонского участка в приустьевой части Ясельдинско-Бобрицкого междуречья находятся грядово-холмистые напорные формы рельефа. Данные формы формируют дугу напорного краевого комплекса припятского ледника днепровского времени с абсолютными отметками 156–158 м. Относительные превышения составляют 5–8 м. Гряда в целом и составляющие ее пологосклонные холмы вытянуты в субширотном направлении. Склоновые поверхности холмов осложнены задернованными линейными бороздами и небольшими рывтинами, направленными в сторону долины Ясельды.

Значительная площадь района приходится на крупные торфяные массивы. Они образовались на месте бывших озерных водоемов. Торфяная залежь низинная. Максимальная мощность ее 5,15 м, средняя 2,1 м. В основании разреза залегают сапропель (до 0,7 м) или тростниково-осоковый торф, перекрываемый осоковым. Иногда тростниково-осоковые разности подстилаются чисто осоковыми [5].

Долина Ясельды

Общее падение реки 37,5 м. Средний уклон 0,00015. Линия продольного профиля имеет слабовыпуклую форму, хорошо выраженную в верхнем течении. Максимальные падения зафиксированы между деревнями Пиняны и Селец (0,00035), у деревень Стригинь (0,0004), Бусса (0,00027), минимальные – на участке от д. Заозерье до устья (0,00005) и между восточной окраиной д. Мотоль и д. Бусса (0,00003) [6]. Средний коэффициент меандрирования невысокий и равен 1,29. Максимальные значения коэффициента меандрирования прослеживаются у деревень Поречье и Любель (1,86–2,01), минимальные – в нижнем течении у деревень Заозерье и Кудричи (1,01–1,12).

Долина Ясельды в верхнем и среднем течении (за исключением участка между деревнями Здитово и Жабер) выделяется условно. Здесь она пересекает озерно-аллювиальные равнины и сливается с ними. Долина на таких участках невыразительная, местами трапециевидная шириной от 2 до 4 км. Начиная от д. Мотоль и до впадения в Припять долина хорошо выражена и имеет ширину до 15–20 км. В долине различаются пойма и первая надпойменная терраса.

Пойма Ясельды начинает проследиваться в двух километрах к западу от д. Трухановичи Пружанского района. Отмечаются расширения ее в верховьях до 1,5–2,5 км (деревни Косинщина и Рогачи), а также в низовье, где общая с Припятью пойменная поверхность достигает ширины 10 км. От д. Рогачи до г. Березы пойма сужается до 0,2–1,0 км, на участке между деревнями Жабер и Старомлыны – до 0,2–0,5 км. Высота пойменной террасы над урезом 0,6–1,5 м. Уступ выражен везде, за исключением участка пересечения озерно-аллювиальной равнины. Поверхность сильно заболоченна. Абсолютные отметки изменяются от 153–156 м в верховьях реки до 132–134 м в низовьях.

Первая надпойменная терраса выделяется только в нижнем течении. Проследивается она от д. Твердовка по левобережью, где имеет ширину до 1 км, затем ниже по течению до 8–10 км, а в устьевой части общая с Припятью первая надпойменная терраса имеет в поперечнике до 15 км. На правом берегу терраса данного уровня тянется узкой полосой, имея в основном ширину 0,2–1,0 км (до 3 км), от д. Велесница до д. Купятичи. Высота первой надпойменной террасы 4–6 м. Поверхность ее ровная, реже всхолмленная (деревни Любель, Вулька, Городище), преобладающие абсолютные отметки 137–139.

Русло реки от истока на протяжении 40 км, а также на территории Березовского района от д. Селец до д. Стригин протяженностью 15 км канализировано. На неканализированных участках русло реки извилистое и сильноизвилистое. Ширина русла от 10 до 40 м, а максимальные значения составляют 82 м у д. Купятичи Пинского района.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А. В. Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая. – Минск : Университетское, 1988. – 320 с.
2. Левков, Э. А. Гляциотектоника / Э. А. Левков. – Минск : Наука и техника, 1980. – 280 с.
3. Деруго, Г. В. Некоторые особенности геологического строения и геоморфологии Загородской возвышенности / Г. В. Деруго, Ю. В. Сапега // Геология и геохимия антропогена Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1974. – С. 53–57.
4. Левков, Э. А. Кремненская гляциодислокация / Э. А. Левков, Г. В. Деруго // Докл. АН БССР, 1975. – Т. XIX, № 7. – С. 645–647.
5. Пидопличко, А. П. Торфяные месторождения Белорусской ССР / А. П. Пидопличко. – Минск : Изд-во АН БССР. – 1961. – 192 с.
6. Рельеф Белорусского Полесья / А. В. Матвеев [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1982. – 131 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 30.07.2015

Grechanic N.F., Bogdasarov M.A. Relief of the Territory of Yaselda River Basin

The article gives the characteristic of geomorphological areas relevant to local morphological complex of modern relief of the territory of Yaselda river basin. The description of geomorphic units emphasizes the altitude-tiered levels, the peculiarities of physiognomic appearance of the territory, genetic agents, the manifestation of which contributed to the formation of types and forms of relief.

УДК 556.32

И.И. Залесский¹, А.С. Бровко²

¹канд. геогр. наук, доц. каф. инженерной геологии и гидрогеологии
Учебно-научного института водного хозяйства

Национального университета водного хозяйства и природопользования
(Ровно, Украина)

²аспирант каф. гидрогеологии и инженерной геологии
Учебно-научного института «Институт геологии»

Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОД АРТЕЗИАНСКИХ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗОНЫ ТРАНЗИТА ВОЛЫНО-ПОДОЛЬСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

Цель исследования – выявить и изучить основные гидрогеохимические особенности подземных вод зоны транзита Вольно-Подольского артезианского бассейна (ВПАБ). Гидрохимические изменения в подземных водах рассматриваются на основе региональных палеогеографических особенностей водного режима зоны транзита вод ВПАБ. Изучение гидрогеохимических изменений подземных вод ВПАБ произведено на основе геолого-гидрогеологических разрезов скважин, расположенных вдоль шоссе Варшава – Киев, материалов геологической, гидрогеологической и тектонической съемок территории исследования. По линии вдоль шоссе Варшава – Киев от государственной границы Украины с Республикой Польша, к границе между Ровенской и Житомирской областями построен геологический разрез протяженностью около 250 км. Установлено сходство химического состава и температуры подземных вод всех водоносных комплексов вдоль зоны транзита ВПАБ, что подтверждает наличие постоянной гидравлической связи между водоносными комплексами и свидетельствует о влиянии работы Ровенской АЭС на гидрогеологическую составляющую окружающей среды.

Введение

Химический состав подземных вод является главным маркером геологических и антропогенных условий территории их распространения и, что самое главное, отражает особенности их генезиса. В пределах каждой геологической структуры выделяется ряд природных и техногенных факторов, которые являются определяющими при формировании ионного состава подземных вод, их минерализации и физико-химических особенностей.

Постановка проблемы исследования

Вольно-Подольский артезианский бассейн (ВПАБ) как гидрогеологическая структура первого порядка имеет большую площадь распространения. Территория исследований, которая соответствует зоне транзита подземных вод, находится в пределах Галицко-Волынского и Полесско-Подольского районов третьего порядков, а в структурном и гидрогеологическом отношении – в пределах Волынского водообменного бассейна [1]. Здесь широко развита народно-хозяйственная деятельность, последствия которой прямо или косвенно влияют на состояние подземной гидросферы и качество подземных вод. Особое внимание при изучении этого вопроса авторы уделяют участку междуречья Стырь – Горынь через блочную структуру фундамента, наличие большого количества разломных зон и отдельных разломов различных размеров и развития на породах фундамента пород, способных к карстированию. Наибольшее влияние на окружающую среду ощущается от действия комплекса антропогенных факторов, возникших и существующих в результате работы Ровенской АЭС (РАЭС), промплощадка которой находится на правом берегу реки Стырь вблизи г. Кузнецовск. Чтобы полностью осознать масштабность влияния работы РАЭС на подземную гидросферу, необходимо изучить ход гидрогеохимических процессов зоны транзита подземных вод, в том числе и в пределах участка междуречья рек Стырь – Горынь.

Исследование проводится с целью выявить и исследовать основные гидрогеохимические особенности подземных вод зоны транзита ВПАБ. Предмет исследования – водоносные горизонты и комплексы зоны транзита ВПАБ. Объектом исследования выступают гидрохимические особенности водоносных комплексов и изменения химического состава подземных вод.

Методика исследований

Вопросы генезиса и гидрохимических изменений авторы рассматривают на основе региональных палеогеографических особенностей водного режима зоны транзита вод ВПАБ. Изучение гидрогеохимических изменений подземных вод ВПАБ происходит на основе геолого-гидрогеологических разрезов скважин, расположенных вдоль шоссе Варшава – Киев, материалов геологической, гидрогеологической и тектонической съемок территории исследования [2]. Для удобства работы и наглядности результатов построен обобщенный геологический разрез протяженностью 250 км по линии вдоль шоссе Варшава – Киев (рисунок).

Факторы формирования гидрохимических особенностей подземных вод

Химический состав подземных вод полностью отражает условия их формирования, структурно-тектонические изменения территории их распространения, гидродинамические особенности подземных вод и химический состав водовмещающих толщ.

В значительной мере химический состав подземных вод формируется в ходе исторического геологического развития территории. Так, в рифейское время на территории исследования господствовали морские условия с опусканием территории, а ранневендский этап сопровождался активизацией тектонических разломных зон с проявлениями траппового вулканизма. В это время территорию Вольнской впадины охватила первая морская трансгрессия, которая и обусловила акваседиментацию и литологический состав пород. Позже в процессе катагенеза такие осадочные породы, как аргиллиты, алевролиты и песчаники, претерпели значительные гидрохимические изменения. Так, например, состоялась глинизация полевого шпата с образованием мусковита или формирование каолина в порах песчаника. На атомном уровне ионы калия замещаются натрием, алюминия – железом. Замещение карбонатным цементом кварца и полевого шпата и гидратация слюды приводят к накоплению в жидкой фазе кремнекислоты, калия, натрия, кальция, бария и других элементов, обеспечивающих катионный состав подземных вод. Среди анионов доминируют хлор и гидрокарбонаты, среди катионов – кальций и натрий [3].

Изложенные палеогеохимические особенности катагенеза характерны для центральной части полесской зоны (междуречье Стырь – Горынь). Здесь имеет место поздневендское поднятие территории, в пределах которого мощность верхнемеловых отложений не превышает 25 м. Домезозойская поверхность на территории междуречья разбита на большое количество блоков с разными амплитудами смещения, что создает условия для активного водообмена между водоносными горизонтами. В западном направлении мел погружается, образуя значительную мергельно-меловую толщу, в восточном – постепенно выклинивается.

На территории ВПАБ по стратиграфическим признакам выделено 16 водоносных горизонтов, но из-за отсутствия локальных водоупоров между ними и наличия большого количества тектонических нарушений в региональных водоупорах такое разделение можно считать условным. Целесообразнее выделить на территории исследования такие водоносные горизонты и комплексы:

- 1) водоносный комплекс в четвертичных отложениях;
- 2) водоносный горизонт в среднепалеогеновых отложениях;
- 3) водоносный комплекс в верхнемеловых отложениях;

4) водоносный комплекс в верхнепротерозойских отложениях.

Гидрогеохимические особенности этих гидрогеологических единиц в зоне транзита ВПАБ авторами изучены и описаны ниже.

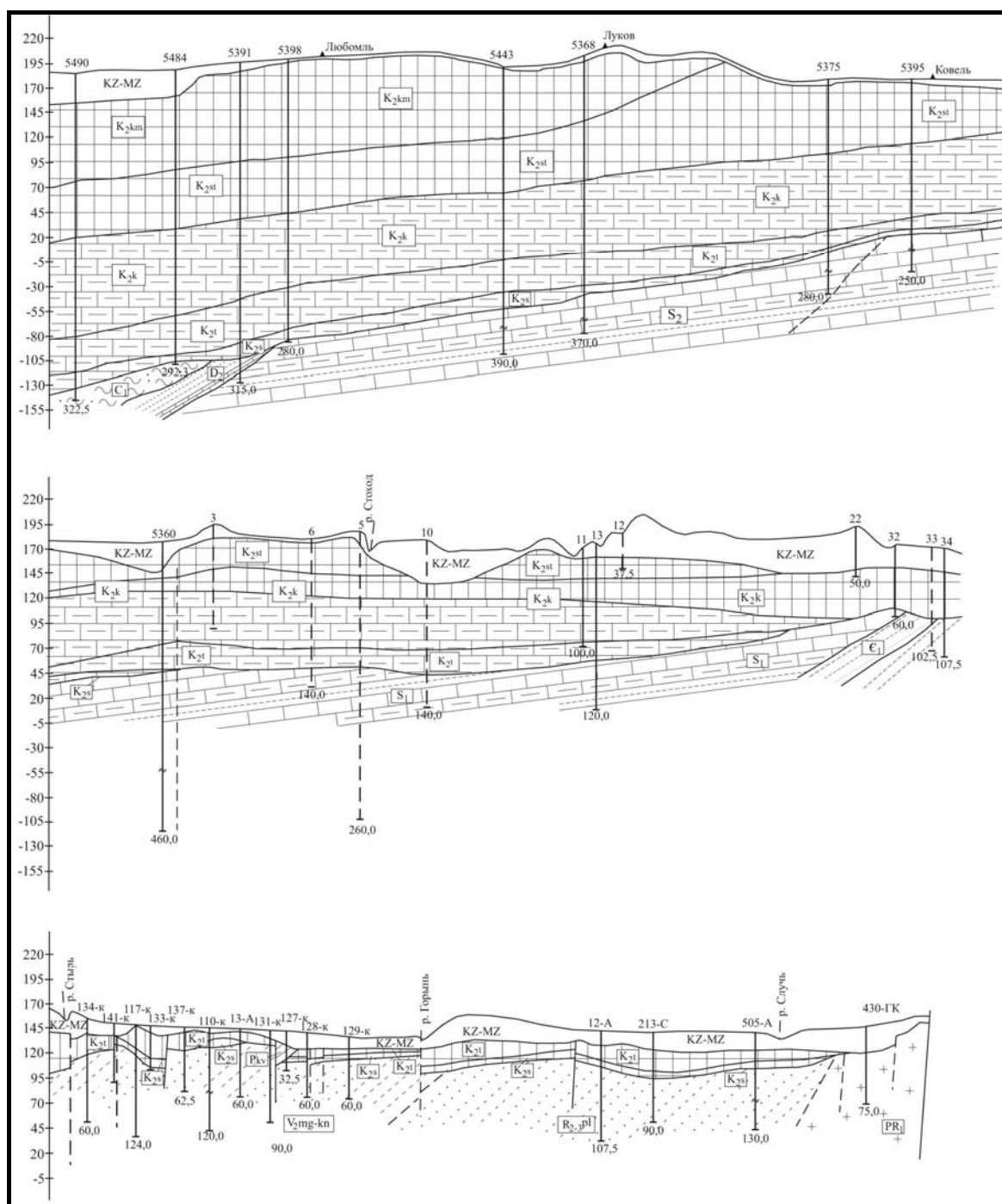


Рисунок. – Схематический разрез вдоль шоссе Варшава – Киев (участок от госграницы Украины с Республикой Польша до границы между Ровенской и Волынской областями)

Краткая характеристика водоносных комплексов

В зоне транзита ВПАБ водоносные комплексы имеют повсеместное распространение, за исключением водоносного горизонта в палеогеновых отложениях, который

получил распространение в восточной части территории исследования. Их комплексная характеристика приводится по субширотной полосе отложений, которая простирается параллельно шоссе Киев – Варшава в пределах Ровенской и Волынской областей.

Водоносный комплекс в четвертичных отложениях имеет повсеместное распространение. Он составлен аллювиальными, озерно-аллювиальными, озерными, болотными и флювиогляциальными отложениями, невыдержанными по площади и в разрезе; иногда водоносные слои разделены между собой локальными водоупорами в виде супесей или суглинков. Это создает местные напоры подземных вод. Средняя мощность отложений колеблется от нескольких метров до 40,0 м и лишь в отдельных скважинах, расположенных на периферии участка исследований, значительно глубже (до 133 м, село Большой Жолудск). По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-натриевые, агрессивные, низкоминерализованные.

Водоносный горизонт в среднепалеогеновых отложениях распространен спорадически, главным образом на водораздельных территориях между реками Стырь – Стоход. Отложения залегают на размытой поверхности верхнемеловых пород, а перекрываются антропогеновыми и верхнеоценными отложениями берекской свиты, которые выполняют роль водоупоров. Мощность водоносных пород изменяется от 2–3 до 15 м, общая мощность отложений палеогена не превышает 35–40 м. Водосодержащие породы представлены песками тонко-мелкозернистыми, алевролитами. При наличии верхнего водоупора воды горизонта приобретают локальные напорные свойства. По химическому составу воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-натриевые или сульфатные магниевые-кальциевые.

Водоносный комплекс в верхнемеловых отложениях имеет повсеместное распространение в зоне транзита подземных вод ВПАБ. Общий уклон домеловой поверхности направлен в западном и юго-западном направлениях. Мощность верхнемеловых отложений изменяется от нескольких метров на западном склоне Украинского кристаллического щита (УКЩ) до 250–300 м на границе Украины с Республикой Польша. Верхнемеловые отложения с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на размытой поверхности домезозойских образований и перекрываются антропогеновыми, редко палеогеновыми отложениями. Так, с запада на восток, по профилю, от государственной границы Украины с Республикой Польша терригенно-мергельная толща мела залегают на аргиллитах, песчаниках, известняках и алевролитах каменноугольной системы, которые формируют Львовский палеозойский прогиб. Ширина выходов не превышает 15 км. В направлении на восток, в сторону города Любомль, мел подстилают известняки и аргиллиты девонской системы. На участке разреза от г. Любомль к долине р. Стырь под мелом залегают силурийские отложения (до г. Ковеля нижнесилурийские, далее – верхнесилурийские). На участке Стырь-Горыньского междуречья меловые отложения подстилаются образованиями верхнего венда. На участке Горынь-Случанского междуречья мел перекрывает образования полесской серии среднего-верхнего рифея. К востоку от долины р. Случ и до выхода кристаллических пород УКЩ мел залегают на гранитоидах, гнейсах и кристаллических сланцах палеопротерозойской эратемы.

Гидродинамические особенности водоносных горизонтов и комплексов на территории исследования обусловлены рельефом территории, фильтрационными свойствами, а также гидравлическими связями подземных вод с поверхностными и между разновозрастными водоносными комплексами. Водоупором между водоносными комплексами в четвертичных и верхнемеловых отложениях выступает «зона кольматации» меловой толщи, которая и предопределяет напорный характер меловых вод. В местах наличия палеогеновых отложений роль водоупоров между водами в четвертичных и палеогеновых отложениях выполняют берекские отложения палеогена. Зона интенсивной трещиноватости мергельно-мелового массива, в которой и происходит интенсивный

водообмен, приурочена к глубинам 20–70 м; глубже коллекторные свойства этих пород угасают, и, начиная с глубины 120 м, меловые отложения считаются безводными и выполняют роль нижнего водоупорного слоя между водоносными комплексами в верхнемеловых и верхнепротерозойских отложениях.

Своеобразной особенностью водоносного комплекса в верхнемеловых отложениях, особенно в пределах Стырь-Горынского междуречья, является наличие непосредственной гидравлической связи между верхнемеловыми и верхнепротерозойскими отложениями. В процессе водообмена изменяется химический состав воды верхнемелового водоносного комплекса. Особенно активно водообмен между этими водоносными комплексами происходит по системе трещин, которые разбивают кристаллический фундамент на большое количество блоков, способных к неравномерным опусканиям или поднятиям. Таким образом, в гидродинамической системе происходят изменения, нарушается целостность водоупорных толщ и создаются благоприятные условия для смешивания вод разных водоносных комплексов. При дополнительной антропогенной нагрузке (эксплуатация водоносных комплексов) эти процессы проходят интенсивнее. Вследствие смешивания подземных вод различных водоносных комплексов меняется и их химический состав, происходит локальное или региональное влияние на гидрогеологическую составляющую окружающей среды и на развитие других геологических процессов. На территории исследований самым опасным из них является карст. Интенсификация изменений гидродинамических и гидрохимических условий на территории исследований имеет большое значение, особенно для участка междуречья Стырь – Горынь, ведь на террасе реки Стырь построена РАЭС со вспомогательными сооружениями и двумя водозаборами, которые обеспечивают хозяйственно-питьевое водоснабжение электростанции и города-спутника Кузнецовска.

Водоносный комплекс в верхнепротерозойских отложениях вдоль выбранного профиля с востока на запад имеет различные глубины залегания, что вызвано погружением кристаллического фундамента под мощную толщу мезо-кайнозойских пород. Так, на востоке верхнепротерозойские отложения выходят под меловые отложения, а на западе, значительно увеличиваясь по мощности, перекрываются силурийскими, девонскими или карбоновыми. На левобережье р. Стырь они вскрыты скважинами на глубинах 60–80 м, на территории Стырь-Горынского междуречья – на глубинах 15–60 м; отложения представлены водоносной каниловской свитой верхнего венда 15–60 м. На участке между реками Горынь и Случь верхнепротерозойские отложения представлены водоносной полесской серией верхнего рифея с глубинами их залегания от нескольких метров до 40 м.

Водосодержащие каниловские отложения представлены пористыми и трещиноватыми песчаниками различного гранулометрического состава, в меньшей мере алевролитами и аргиллитами. Отложения полесской серии представлены многократным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, преимущественно тонко и мелкозернистых, иногда среднезернистых, кварц-полевошпатовых песчаников, плотных или слабосцементированных. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые с общей минерализацией до 0,6 г/дм³.

Учитывая особенности геологического строения и орографически-геоморфологические особенности территории исследований, вдоль профиля было выделено 4 зоны:

- 1) Государственная граница Украины с Республикой Польша – г. Ковель;
- 2) г. Ковель – река Стырь;
- 3) междуречье Стыри и Горыни;
- 4) междуречье Горыни и Случи (до границы между Ровенской и Житомирской областями).

На участке **Государственная граница Украины с Республикой Польша – г. Ковель** подземные воды водоносного комплекса в четвертичных отложениях хлоридно-

гидрокарбонатные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 200–300 мг/дм³. Мощность меловых отложений здесь значительна и составляет 250–300 м. Водоносные трещиноватые мело-мергельные породы распространены на глубинах 20–70 м. Далее трещиноватость затухает, они становятся безводными и выполняют роль нижнего водоупора. Подземные воды здесь гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 200–500 мг/дм³. Количество сульфат-ионов не превышает 40 мг/дм³; появляется магний (до 15 мг/дм³). Нижележащие водоносные горизонты и комплексы из-за их глубокого залегания на этой территории не эксплуатируются.

Гидрогеологические особенности на участке *г. Любомль – река Стырь* в основном аналогичны условиям выше описанного участка, за исключением того, что мощности меловых отложений меньше и изменяются в среднем с запада на восток от 200–300 до 50–60 м. По химическому составу подземные воды водоносного комплекса в четвертичных отложениях гидрокарбонатные кальциевые или натриево-кальциевые, появляется магний, иногда в количестве до 50 мг/дм³ и сульфат-ионы в количестве до 93 мг/дм³. Воды водоносного комплекса в верхнемеловых отложениях гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 300–560 мг/дм³. Магний присутствует в количествах до 10–12 мг/дм³, сульфат-ионы – до 16 мг/дм³.

Участок междуречья Стырь – Горынь, учитывая вышеперечисленные факторы, представляет наибольший интерес с точки зрения изучения геологогидрогеологических условий зоны транзита ВПАБ и имеет наибольшее практическое и научное значение (мониторинг гидрогеохимических изменений в зоне воздействия РАЭС).

Воды водоносного комплекса в четвертичных отложениях в пределах выделенного участка гидрокарбонатные кальциевые или натриевые, от ультрапресных до пресных с минерализацией от 100 до 250 мг/дм³, иногда до 512 мг/дм³ (2013 г.). Все макрокомпоненты находятся в пределах предельно допустимой концентрации, но, учитывая низкую минерализацию, можно считать завышенными количество сульфатов в некоторых скважинах (100–640 мг/дм³). Такое содержание этого аниона в низкоминерализованных водах может свидетельствовать о наличии локального загрязнителя, что подтверждается и повышенной температурой воды ($T = 22^{\circ}\text{C}$). Это свидетельствует о наличии локального загрязнителя, что влияет на химический и температурный режимы подземных вод водоносного комплекса в четвертичных отложениях в районе воздействия РАЭС. Воды водоносного комплекса в верхнемеловых отложениях хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые или натриево-кальциевые, ультрапресные с минерализацией от 100 до 152 мг/дм³. Содержание сульфатов на порядок ниже и составляет до 10 мг/дм³. В отдельных скважинах содержание сульфатов в водоносных комплексах в четвертичных и верхнемеловых отложениях примерно одинаково. Такая же картина наблюдается и с повышением температуры. Это подтверждает наличие гидравлической связи между водоносными комплексами и возможность перетока грунтовых вод в нижележащий водоносный комплекс. Наряду с перетеканием грунтовых вод в осенне-весенний период в местах отсутствия зоны кольматации происходит поступление ультрапресных метеорных вод непосредственно в водоносный комплекс в верхнемеловых отложениях, что тоже приводит к их разбавлению и снижению минерализации. Подземные воды водоносного комплекса в верхнепротерозойских отложениях гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые или натриево-кальциевые, ультрапресные с минерализацией 100–120 мг/дм³; содержание сульфатов – не выше 3 мг/дм³.

Из всего выше изложенного можно сделать выводы, что на участке междуречья Стырь – Горынь водоносные комплексы имеют гидравлическую связь, из-за чего происходит разбавление метеорными и грунтовыми водами вод нижележащих водоносных комплексов, и, как следствие, локальное химическое и температурное загрязнение подземных вод водоносных комплексов в четвертичных, верхнемеловых и верхнепротерозойских отложениях.

В пределах *Горыньско-Случанского междуречья* мощность водоносных комплексов незначительна. В районе границы между Ровенской и Житомирской областями меловые отложения выклиниваются и породы фундамента местами выходят под четвертичные. Подземные воды водоносного комплекса в четвертичных отложениях здесь преимущественно гидрокарбонатные кальциевые или гидрокарбонатные натриевые. Минерализация их не превышает 200–250 мг/дм³. В подземных водах водоносного комплекса в верхнемеловых отложениях воды гидрокарбонатные кальциевые, иногда кальциево-натриевые или натриево-кальциевые с минерализацией до 250 мг/дм³. Для водоносного комплекса в верхнепротерозойских отложениях характерно повышение минерализации до 500–600 мг/дм³. Увеличивается содержание магния, и воды преимущественно гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Температура воды во всех водоносных комплексах колеблется в пределах 10–11°C. Источником магния являются выветрившиеся верхнепротерозойские породы.

Заключение

Сходство химического состава и температуры подземных вод всех водоносных комплексов вдоль зоны транзита ВПАБ является подтверждением существования постоянной гидравлической связи между водоносными комплексами по системам трещин и в местах отсутствия водоупорных пород. Температурные отклонения в сторону увеличения и повышения содержания отдельных компонентов на участке Стырь-Горыньского междуречья является свидетельством влияния работы РАЭС на гидрогеологическую составляющую окружающей среды. В подземных низкоминерализованных водах сульфаты находятся в небольших количествах и, как правило, они не превышают количества гидрокарбонатов, поэтому повышенное содержание SO_4^{2-} авторами рассматривается как загрязнитель, который локально попадает в грунтовые воды в районе воздействия РАЭС и мигрирует в нижележащие водоносные комплексы из-за наличия гидравлической связи между ними. Аналогичная картина наблюдается и для повышенных температур подземных вод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камзіст, Ж. С. Гідрогеологія України / Ж. С. Камзіст, О. Л. Шевченко. – К. : ІНОКС, 2009. – 613 с.
2. Гарбуз, И. С. Групповая геологическая съемка масштаба 1 : 50 000 территории листов М-35-15-Г, М-35-16-В, М-35-28-А,В,Г, М-35-29-В (Чарторийский район) / И. С. Гарбуз : в 8 т. – Ровно, 1988.
3. Залеський, І. І. Генезис і ресурси мінеральних вод Рівненщини / І. І. Залеський // Проблеми раціонального використання і відтворення природно-ресурсного потенціалу України. – Чернівці, 2000. – С. 115–119.

Рукапіс паступіў у редакцыю 27.12.2014

Zalesky I.I., Brovko A.S. Hydrogeochemical Features of Groundwater Transit Zone of Volino-Podolska Aquifer System

The goal of the research is to reveal and to identify the main hydrogeochemical features of groundwater transit zone for Volino-Podolska Aquifer System (VPAS). Exploration of changes in groundwater chemical composition was occurred with appliance of geological, hydrogeological and tectonic maps, cross-sections of the wells, geological, hydrogeological and tectonic survey of the research area. It was established the similarity of chemical composition and temperature for all available groundwater aquifers within the VPAS. This fact confirms the existence of a hydraulic connection between the groundwater aquifers and crack systems as well as on the areas where impermeable rocks are unavailable. Uprising of the groundwater temperature and increasing of some components in the area between Styr and Goryn rivers indicates the impact of the Rivne NPP on hydrogeological conditions of the environment.

УДК 911.5:001.82(477)

С.В. Михели*канд. геогр. наук, доц., зав. каф. физической географии
Национального педагогического университета имени М.П. Драгоманова***НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ
РАЗВИТИЯ ЛАНДШАФТОВЕДЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ УКРАИНЫ**

Изложена методика и основные результаты наукометрического анализа процесса развития ландшафтоведческих центров в Украине. Выявлены тенденции их формирования и развития на разных этапах истории становления украинского ландшафтоведения. Доказана обоснованность и целесообразность использования наукометрических показателей (числа публикаций, библиографических ссылок) для оценки уровня достижений научных центров и отдельных ученых Украины в области ландшафтоведения.

Введение

Наукометрией называют количественные методы изучения истории развития науки как информационного процесса [1]. Основным носителем информации считаются научные публикации. Показатели их количества используются при оценке результатов работы научных центров или отдельных исследователей за календарный год или иные отрезки времени. Применение наукометрических показателей для исследования истории развития науки позволяет сделать этот процесс максимально объективным, поскольку применение количественных мер в анализе исторических событий служит предохранителем от субъективности умозаключений и обеспечивает беспристрастность в оценке полученных результатов.

Наукометрические показатели как показатели роли научных коллективов и отдельных ученых в развитии ландшафтоведения использовали российские ученые И.М. Забелин и М.В. Яковер (1949), Н.В. Фадеева (1967), Т.Д. Александрова (1975), В.З. Макаров (1977, 1981, 1985), В.З. Макаров и Л.И. Шварцбург (1981), В.Н. Солнцев (1981). В.С. Преображенский [2] применял показатель числа научных публикаций для анализа соотношения основных направлений ландшафтоведческих исследований, внимания к отдельным свойствам ландшафтов и методам их исследований, роли отдельных направлений прикладных исследований. В.З. Макаров [2] исследовал распределение ландшафтоведческих публикаций по научным направлениям, структурным подразделениям и научным школам, динамику их выхода в свет, тематику диссертационных исследований и их распределение во времени. В украинском ландшафтоведении такие исследования проводились лишь автором данной публикации [3].

Материалы и методы исследования

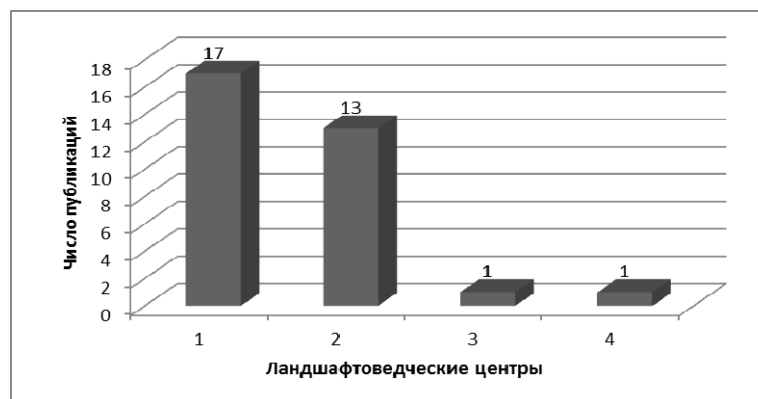
Информационную базу исследования образовали отечественные и зарубежные текстовые издания (монографии, сборники научных трудов, статьи в научных журналах, материалы научных конференций) за период с 1951 по 2010 гг., которые рассматривались как исторические источники. Всего в ходе исследования было обработано более 5 000 публикаций. Основным методом исследования явился анализ информационных источников с использованием наукометрических и библиометрических показателей. В качестве основного наукометрического показателя использован показатель числа научных публикаций ландшафтоведческого содержания, который дает возможность проследить количественные изменения в ландшафтоведческой науке, охарактеризовать персональный и коллективный вклад в ее развитие отдельных ученых и научных центров, определить их удельный вес в создании теоретических и практических основ ландшафтоведческой науки в Украине. Однако число научных публикаций не может счи-

таться универсальным показателем уровня научных достижений, поскольку их количество не всегда адекватно качеству. Поэтому показатель числа научных публикаций дополнялся показателем числа библиографических ссылок для выявления наиболее значимых с точки зрения научного сообщества публикаций, который рассчитывался путем анализа пристатейных библиографических списков.

Анализ количественных и качественных изменений в развитии ландшафтоведческих центров Украины проводился для каждого из этапов становления и развития украинского ландшафтоведения отдельно. Их перечень и обоснование выделения наведены в работе [3]. Для визуализации количественных изменений в эволюции ландшафтоведческих центров использовался метод столбиковых диаграмм.

Результаты и их обсуждение

Первые ландшафтоведческие центры начали формироваться в Киевском (1951), Львовском (1951), Черновицком (1951) и Одесском (1954) университетах, а общее число публикаций, посвященных ландшафтоведению, составило 32. Распределение числа этих публикаций в 1951–1955 гг. представлено на рисунке 1.



1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет;
3 – Черновицкий университет; 4 – Одесский университет.

Рисунок 1. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1951–1955 гг.

Наиболее активными авторами Львовского университета были А.Т. Ващенко, К.И. Геренчук, Г.А. Зильбер, М.М. Койнов, Н.Д. Орел; Киевского – В.С. Гаврилюк, М.И. Глибко, А.И. Ланько, О.В. Порывкина; Одесского – Ф.С. Петрунь. Самыми цитируемыми публикациями стали статья К.И. Геренчука, написанная им в соавторстве с П.А. Кучинским еще во время работы в Черновицком университете, «Природный ландшафт Прикарпатья и пути его преобразования» (1953) – 10 библиографических ссылок – и его же статья «Опыт типологической классификации Прикарпатских ландшафтов» (1955), вышедшая уже во время его работы во Львовском университете, – 6 библиографических ссылок. Третью позицию заняла статья О.В. Порывкиной «К вопросу о физико-географическом районировании Полесья УССР» (1955) – 4 библиографические ссылки. Как видим, распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами и показатели их цитируемости их представителей совпадают.

В 1956–1961 гг. ландшафтоведческие центры функционировали уже в семи высших учебных заведениях Украины, а общее число публикаций составило 126. Львовский и Киевский университеты сохранили свои ведущие позиции, но Львовский уни-

верситет значительно опередил Киевский по количеству публикаций. Черновицкий и Одесский университеты поменялись местами (рисунок 2).



1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет;
3 – Одесский университет; 4 – Харьковский университет;
5 – Черновицкий университет; 6 – Симферопольский пединститут;
7 – Днепропетровский университет.

Рисунок 2. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1956–1961 гг.

Наиболее активными авторами Львовского университета были Г.А. Зильбер, К.И. Геренчук, П.В. Климович, М.М. Койнов, Г.П. Миллер; Киевского – А.И. Ланько, А.М. Маринич, О.В. Порывкина, Н.П. Сирота; Одесского – С.Т. Белозоров, Т.П. Федорченко, К.Н. Шухгалтер. При цитировании чаще других ссылались на статью К.И. Геренчука «О морфологической структуре географического ландшафта» (1956) – 17 библиографических ссылок. Как показали результаты библиометрического анализа, лидерство публикаций К.И. Геренчука по количеству библиографических ссылок продолжалось до 1980 г., и только в 1981–1985 гг. перешло к А.М. Мариничу, который в 1979 г. возглавил Отделение географии ИГФ АН УССР.

В 1962–1966 гг. число центров развития ландшафтоведения увеличилось до девяти, но ведущую роль, как и раньше, играли первые пять (рисунок 3). Еще более увеличился разрыв по количеству публикаций образовался между Львовским и Киевским университетами. Черновицкий университет вернул утраченные ранее позиции.

Ландшафтоведение вышло за границы университетов и попало в поле зрения научных и проектных организаций. Общее число публикаций в 1962–1966 гг. составило 118. Наиболее активными авторами Львовского университета были К.И. Геренчук, П.В. Климович, М.М. Койнов, Г.П. Миллер; Киевского – А.И. Ланько, А.М. Маринич, П.Г. Шищенко; Черновицкого – Л.И. Воропай, Н.Н. Рыбин, Я.Р. Дорфман.

Наиболее цитируемой публикацией этого этапа стала монография К.И. Геренчука, М.М. Койнова и П.М. Цыся «Естественно-географическое деление Львовского и Подольского экономических районов» – 38 библиографических ссылок. Вторую позицию по количеству цитирований занял автореферат кандидатской диссертации Я.Р. Дорфмана «Ландшафтно-географическая характеристика города Черновцы и его пригородного района» – 22 библиографические ссылки; третью – публикация снова К.И. Геренчука «Опыт классификации географических ландшафтов Украинской ССР и Молдавской ССР» – 15 библиографических ссылок.



1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет;
 3 – Черновицкий университет; 4 – Харьковский университет;
 5 – Симферопольский пединститут; 6 – Днепропетровский университет;
 7 – Одесский университет; 8 – Институт минеральных ресурсов (Симферополь);
 9 – НИИПИ градостроительства (Киев).

Рисунок 3. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1962–1966 гг.

В 1967–1970 гг. лидирующие позиции по числу публикаций ландшафтоведческого содержания сохранили Львовский, Киевский и Черновицкий университеты. Созданный Сектор географии АН Украины потеснил с пятого места Симферопольский пединститут (рисунок 4).



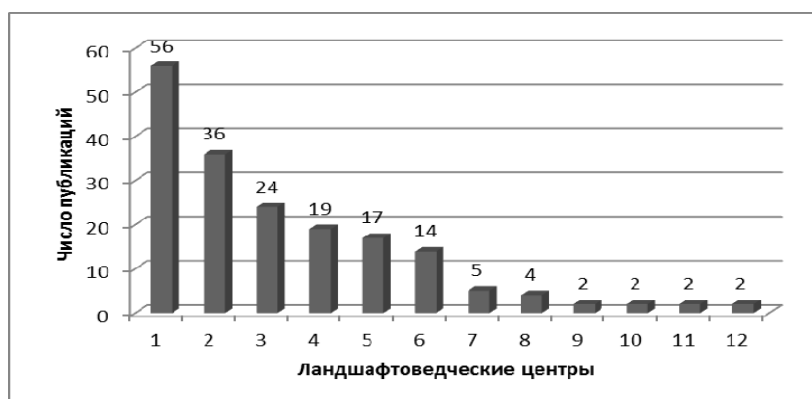
1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет;
 3 – Черновицкий университет; 4 – Харьковский университет;
 5 – Сектор географии АН УССР; 6 – Симферопольский пединститут;
 7 – Одесский университет; 8 – Днепропетровский университет;
 9 – Полтавский сельскохозяйственный институт.

Рисунок 4. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1967–1970 гг.

Наиболее активными авторами Львовского университета были К.И. Геренчук, П.В. Климович, Г.П. Миллер, Н.Д. Орел, А.Г. Топчиев; Киевского – А.И. Ланько, А.М. Маринич, О.В. Порывкина, Н.П. Сирота, П.Г. Шищенко; Черновицкого – Л.И. Воропай, Я.Р. Дорфман, В.Н. Гуцуляк, Э.М. Раковская, Н.Н. Рыбин. Наиболее цитируемой работой стала коллективная монография под редакцией В.П. Попова, А.М. Маринича и А.И. Ланько «Физико-географическое районирование Украинской ССР» (1968), ставшая логическим завершением многолетней работы многих научных географических

коллективов республики, – 85 библиографических ссылок. Вторую и третью позиции по количеству цитирований заняли учебное пособие К.И. Геренчука «Основные проблемы физической географии» (1969) – 45 библиографических ссылок и коллективная монография под его редакцией «Природа Украинских Карпат» (1968) – 34 библиографические ссылки.

В 1971–1975 гг. количество центров ландшафтоведческих исследований увеличилось до 15, а общее число публикаций составило 186. Львовский и Киевский университеты отстояли лидирующие позиции, а вот Черновицкий университет уступил третье место Симферопольскому университету (рисунок 5).



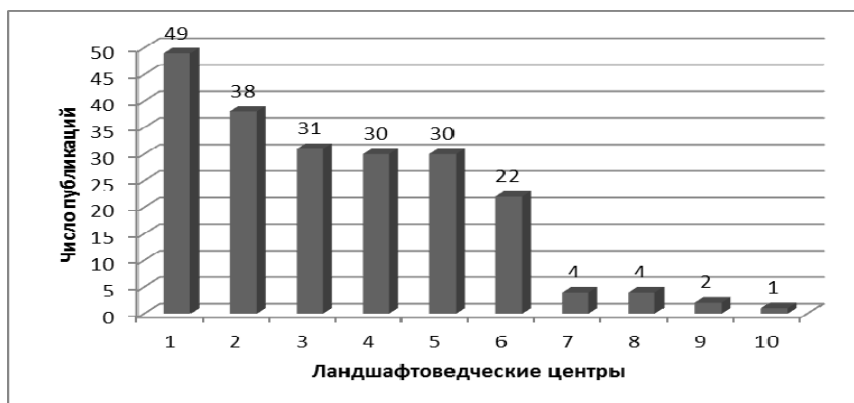
- 1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет;
3 – Симферопольский университет; 4 – Черновицкий университет;
5 – Харьковский университет; 6 – Сектор географии АН УССР;
7 – Одесский университет; 8 – Институт геологических наук АН Украины;
9 – Гипроград (Киев); 10 – Донецкий университет; 11 – Мелитопольский пединститут;
12 – Совет по изучению производительных сил (Киев).

Рисунок 5. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1971–1975 гг.

Наиболее активными авторами Львовского университета были К.И. Геренчук, Г.П. Миллер, П.В. Климович; Киевского – В.Т. Гриневецкий, П.Г. Шищенко, Н.П. Сирота, А.М. Маринич, А.И. Ланько, О.В. Порывкина; Симферопольского – А.В. Ена, В.Г. Ена, Г.Е. Гришанков. А наиболее цитируемой работой стала монография Г.П. Миллера «Ландшафтные исследования горных и предгорных территорий» (1974) – 114 библиографических ссылок. Вторую позицию по количеству цитирований заняло учебное пособие К.И. Геренчука, Э.М. Раковской и А.Г. Топчиева «Полевые географические исследования» (1975) – 68 библиографических ссылок, третью – монография Л.И. Воропай «Роль антропогенного фактора в развитии географической оболочки» (1975) – 33 библиографические ссылки.

В 1976–1980 гг. ландшафтоведческие центры действовали в 12 учебных, научных и проектных организациях, а общее число публикаций составило 211. Из перечня исчез Мелитопольский педагогический институт, но появились Винницкий, Киевский и Ворошиловградский педагогические институты. Львовский университет сохранил первую позицию. Киевский университет уступил второе место Черновицкому университету. Третье место сберег за собой Симферопольский университет (рисунок 6).

Наиболее активными авторами Львовского университета были К.И. Геренчук, С.И. Кукурудза, П.В. Климович, Г.П. Миллер; Черновицкого – Л.И. Воропай, Э.М. Раковская, Т.И. Гаманюк, Я.Р. Дорфман; Симферопольского – П.Д. Подгородецкий, Л.А. Багрова, А.В. Ена, В.Г. Ена, Г.Е. Гришанков.

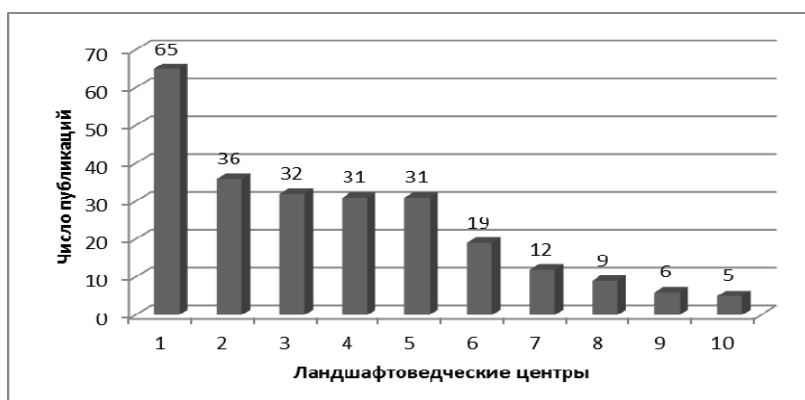


1 – Львовский университет; 2 – Черновицкий университет;
 3 – Симферопольский университет; 4 – Киевский университет; 5 – Сектор географии АН УССР;
 6 – Одесский университет; 7 – Харьковский университет; 8 – Винницкий пединститут;
 9 – Киевский пединститут; 10 – Ворошиловградский пединститут.

Рисунок 6. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1976–1980 гг.

В списке наиболее цитированных работ все первые три места заняли коллективные монографии под редакцией профессора К.И. Геренчука «Природа Черновицкой области» (1978) – 30 библиографических ссылок; «Природа Тернопольской области» (1979) – 21 библиографическая ссылка; «Природа Хмельницкой области» (1980) – 21 библиографическая ссылка.

В 1981–1985 гг. ландшафтоведческие исследования проводили уже 18 учебных, научных и проектных организаций. Общее число публикаций составило 259. На первое место по числу публикаций впервые вышло Отделение географии ИГФ АН УССР, которое в 1979 г. возглавил профессор А.М. Маринич. Количество публикаций, изданных этим коллективом, вдвое превысило количество публикаций каждого из ландшафтоведческих коллективов Киевского, Черновицкого, Львовского и Симферопольского университетов. Ландшафтоведы Отделения географии оказались в лидерах и по числу библиографических ссылок на их публикации (рисунок 7).



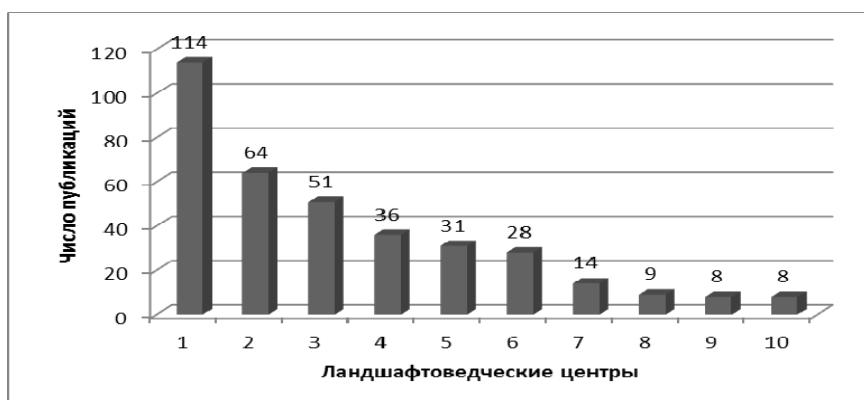
1 – Отделение географии ИГФ АН УССР; 2 – Киевский университет;
 3 – Черновицкий университет; 4 – Львовский университет;
 5 – Симферопольский университет; 6 – Одесский университет;
 7 – Винницкий пединститут; 8 – Харьковский университет;
 9 – Ворошиловградский пединститут; 10 – Мелитопольский пединститут.

Рисунок 7. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1981–1985 гг.

Наиболее активными авторами Отделения географии ИГФ АН УССР были А.М. Маринич, В.И. Галицкий, В.М. Пашенко; Киевского университета – П.Г. Шищенко, М.Д. Гродзинский, Л.Л. Малышева; Черновицкого – Л.И. Воропай, М.Н. Куница, В.Н. Гуцуляк. Наиболее цитированной работой стала монография А.М. Маринича, В.М. Пашенко и П.Г. Шищенко «Ландшафты и физико-географическое районирование» (серия «Природа Украинской ССР») (1985) – 115 библиографических ссылок. Вторую позицию заняла монография Л.И. Воропай и М.Н. Куницы «Селитебные геосистемы физико-географических районов Подолья» (1982) – 58 библиографических ссылок; третью – учебное пособие А.М. Маринича и соавторов «Физическая география Украинской ССР» (1982) – 42 библиографические ссылки.

Наукометрический анализ тематической направленности исследований этого временного отрезка показал, что проявилась и определенная специализация ландшафтоведческих центров. Исследование функционирования и динамики ландшафтных комплексов проводились в основном Львовским университетом и Отделением географии ИГФ АН УССР; историко-ландшафтоведческие исследования – Киевским и Симферопольским университетами; палеоландшафтоведческие исследования – Отделением географии ИГФ АН УССР и Черновицким университетом; геохимические исследования – Отделением географии ИГФ АН УССР, Одесским и Черновицким университетами.

В 1986–1990 гг. наибольшее количество работ снова опубликовали представители Отделения географии ИГФ АН УССР – 114 публикаций. Вдвое меньше работ опубликовали ученые Львовского университета – 64 публикации, еще меньше – Киевского университета – 51 публикация (рисунок 8). Общее число публикаций составило 346.



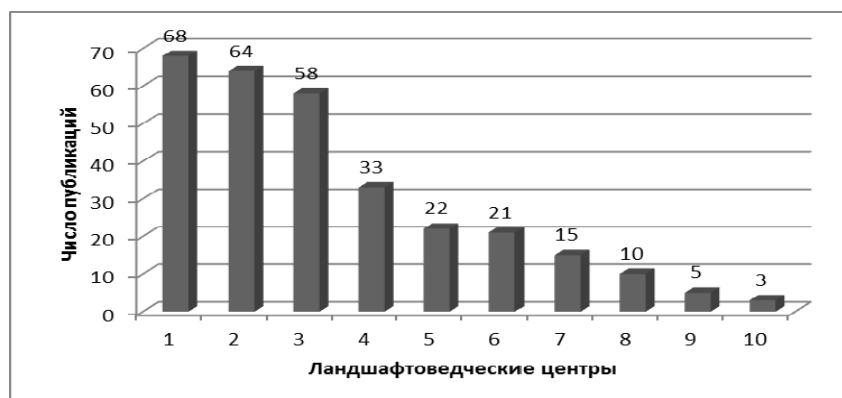
- 1 – Отделение географии ИГФ АН УССР; 2 – Львовский университет;
3 – Киевский университет; 4 – Черновицкий университет;
5 – Симферопольский университет; 6 – Одесский университет;
7 – Киевский пединститут; 8 – Винницкий пединститут;
9 – Ворошиловградский пединститут; 10 – Харьковский университет.

Рисунок 8. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1986–1990 гг.

Наиболее активными авторами Отделения географии ИГФ АН УССР были А.М. Маринич, В.М. Пашенко, В.С. Давыдчук, С.Р.Кияк, Л.Н. Шевченко; Львовского университета – Г.П. Миллер, В.Н. Петлин, С.И. Кукурудза, О.Н. Федирко; Киевского – П.Г. Шищенко, М.Д. Гродзинский, Л.Л. Малышева, С.П. Романчук, Ю.В. Щур. Наиболее цитируемой публикацией стал учебник профессора Киевского университета П.Г. Шищенко «Прикладная физическая география» (1988) – 155 библиографических ссылок. Вторую позицию заняла статья профессора Одесского университета Г.И. Швэбса «Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования» (1987) – 41 библиографическая ссылка (в то же время

представляемый им университет занял лишь шестое место по общему количеству ландшафтоведческих публикаций). В десятку лучших по показателю количества публикаций вошли лишь две работы сотрудников Отделения географии ИГ АН УССР: монография М.Ф. Веклича «Основы палеоландшафтоведения» (1990) (40 библиографических ссылок) и статья В.С. Давыдчука «Создание геоинформационных систем для решения ландшафтных задач» (1989) (12 библиографических ссылок).

В 1991–1995 гг. ландшафтоведческие исследования велись уже в 24 учебных, научных и проектных организациях, но общее число публикаций снизилось до 314, что, по-видимому, объясняется адаптацией ученых к особенностям научной деятельности в условиях государственной независимости. Лидирующие позиции по количеству публикаций сохранило Отделение географии ИГФ АН УССР, преобразованное в 1991 г. в Институт географии (ИГ) АН Украины. Киевский, Львовский, Черновицкий, Симферопольский и Одесский университеты сберегли свои лидирующие позиции, но Львовский университет уступил вторую позицию Киевскому университету, а быстро прогрессирующий Винницкий педагогический институт обошел Одесский университет (рисунок 9).



- 1 – ИГ АН Украины; 2 – Киевский университет; 3 – Львовский университет;
 4 – Черновицкий университет; 5 – Симферопольский университет;
 6 – Винницкий пединститут; 7 – Одесский университет; 8 – Нежинский пединститут;
 9 – Харьковский университет; 10 – Днепропетровский университет.

Рисунок 9. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1991–1995 гг.

Разрыв между первой и второй позициями сократился до минимального, что объясняется возросшей активностью представителей Киевского университета и их безусловным лидерством по показателю цитируемости публикаций: три из четырех публикаций принадлежали ландшафтоведам Киевского университета. Лидером по цитированию в 1991–1995 гг. и вторым за всю историю украинского ландшафтоведения стал учебник М.Д. Гродзинского «Основы ландшафтной экологии» (1993) – 208 ссылок. На второй позиции оказалась монография сотрудника Института географии АН Украины В.М. Пашенко «Теоретические проблемы ландшафтоведения» (1993) – 123 библиографические ссылки. Третью позицию заняла монография М.Д. Гродзинского «Стойкость геосистем к антропогенным нагрузкам» (1995) – 101 библиографическая ссылка, четвертую – монография, написанная М.Д. Гродзинским в соавторстве с П.Г. Шищенко, «Ландшафтно-экологический анализ в мелиоративном природопользовании» (1993), – 51 библиографическая ссылка.

В 1996–2000 гг. лидирующие позиции вернули себе Львовский и Киевский университеты. Институт географии АН Украины значительно отстал от них по количеству публикаций и отошел на третью позицию вследствие значительных кадровых утрат в составе отдела ландшафтоведения (рисунок 10). Ландшафтоведы Винницкого педаго-

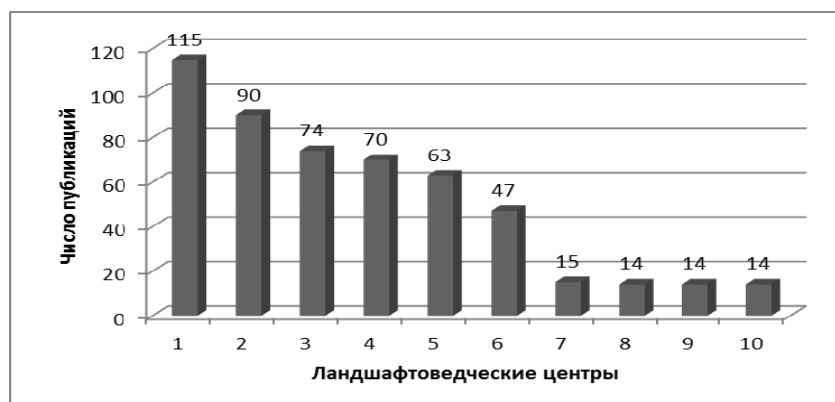
гического института закрепились на шестой позиции, а их лидер Г.И. Денисик опубликовал монографию «Антропогенные ландшафты Правобережной Украины» (1998), которая набрала наибольшее количество библиографических ссылок за всю историю украинского ландшафтоведения, – 213. Вторую позицию заняла монография П.Г. Шищенко «Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании» (1999) – 90 библиографических ссылок, третью – монография В.М. Пашенко «Методология постнеклассического ландшафтоведения» (1999) – 66 библиографических ссылок.



1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет; 3 – ИГ АН Украины; 4 – Таврический университет; 5 – Черновицкий университет; 6 – Винницкий пединститут; 7 – Одесский университет; 8 – Криворожский пединститут; 9 – Мин-во экологии Украины; 10 – Сумский пединститут; 11 – Харьковский университет.

Рисунок 10. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 1996–2000 гг.

В 2001–2004 гг. лидирующие позиции по количеству публикаций сохранили Львовский и Киевский ландшафтоведческие центры. На третью позицию впервые поднялся Винницкий педагогический университет. Улучшил свои позиции Черновицкий университет. На пятое место по количеству публикаций откатился ИГ АН Украины (рисунок 11). Наиболее активными авторами Львовского университета были А.В. Мельник, Е.А. Иванов, В.Н. Петлин; Киевского – П.Г. Шищенко, М.Д. Гродзинский, А.Ю. Дмитрук; Винницкого педуниверситета – Г.И. Денисик, В.Н. Воловик, А.В. Гудзевич.



1 – Львовский университет; 2 – Киевский университет; 3 – Винницкий педуниверситет; 4 – Черновицкий университет; 5 – ИГ АН Украины; 6 – Таврический университет; 7 – Тернопольский педуниверситет; 8 – Кировоградский педуниверситет; 9 – Одесский университет; 10 – Сумский педуниверситет.

Рисунок 11. – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 2001–2004 гг.

В тройке лидеров по количеству библиографических ссылок первую и третью позицию заняли совместные публикации ландшафтоведов Института географии и Киевского университета. Учебник «Физическая география Украины» (2003) А.М. Маринича и П.Г. Шищенко набрал 80 библиографических ссылок, статья «Усовершенствованная схема физико-географического районирования Украины» (2003) А.М. Маринича, Г.О. Пархоменко, О.Н. Петренко и П.Г. Шищенко – 47 библиографических ссылок. Вторую позицию среди наиболее цитируемых публикаций заняла монография Г.И. Денисика «Лесополе Украины» (2001) – 76 библиографических ссылок.

В 2005–2010 гг. в лидеры по количеству ландшафтоведческих публикаций вышел Винницкий педагогический университет. Киевский и Львовский университеты поменялись местами, а Черновицкий университет сохранил свои позиции (рисунок 12).



- 1 – Винницкий педуниверситет; 2 – Киевский университет; 3 – Львовский университет;
 4 – Черновицкий университет; 5 – Таврический университет; 6 – ИГ НАН Украины;
 7 – Тернопольский педуниверситет; 8 – Криворожский педуниверситет;
 9 – Одесский университет; 10 – Уманский педуниверситет

Рисунок 12 – Распределение числа публикаций между ландшафтоведческими центрами в 2005–2010 гг.

В числе наиболее продуктивных авторов Винницкого ландшафтоведческого центра и Украины в целом можно назвать профессора Г.И. Денисика (57 публикаций, в т.ч. 8 монографий и 2 учебных пособия). Наиболее активными авторами Киевского университета были профессор В.Н. Самойленко (17 публикаций, в т.ч. 2 монографии), профессор М.Д. Гродзинский (12 публикаций, в т.ч. 2 монографии и 2 учебных пособия). В Львовском университете наиболее плодотворно работал профессор В.Н. Петлин (27 публикаций, в т.ч. 8 монографий).

Заключение

Количество публикаций – наиболее распространенный критерий оценки годовой деятельности отдельных ученых в научных учреждениях и учебных заведениях. Можно спорить по поводу его способности отражать качество исследований, но сам факт использования, наверное, никто не будет оспаривать. Между тем в оценке эффективности работы научных коллективов, во всяком случае, в Украине, этот показатель до сих пор не использовался. Мнение об уровне научных достижений того или другого научного коллектива складывается на основании ценностных суждений отдельных экспертов, в качестве которых выступают авторитетные ученые, наделенные высокими научными степенями и званиями, но не лишённые субъективности, а иногда и предвзятости в своих оценках. Использование импакт-фактора, который дает возможность сопоставлять уровень научных исследований в близких областях знаний, пока не представляется воз-

можным ввиду ограниченного присутствия украинских научных журналов в числе индексируемых. Применение количественных критериев оценки позволяет сделать анализ научных достижений научных коллективов более объективным, поскольку дает возможность оперировать не только качественными, но и количественными критериями событий и процессов, которые не оставляют возможностей для субъективных или предвзятых суждений и мнений. Кроме того, количественные показатели дают возможность выявить тонкости и нюансы в истории развития научных коллективов, что трудно сделать, не оперируя цифрами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Налимов, В. В. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса / В. В.Налимов, З. М. Мульченко. – М. : Наука, 1969. – 192 с.
2. Преображенский, В. С. Развитие ландшафтоведения в СССР. Итоги науки и техники. Сер. «Теоретические и общие вопросы географии» / В. С. Преображенский, В. З. Макаров. – М. : ВИНТИ, 1988. – Т. 6. – 200 с.
3. Міхелі, С. В. Українське ландшафтознавство: витоки, становлення, сучасний стан : монографія / С. В. Міхелі. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2014. – 416 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 30.07.2015

Mikheli S.V. Scientometrical Analysis as a Research Method of Landscape Centers Development of Ukraine

The methods and the main results of scientometrical analysis of landscape centers development in Ukraine have been presented. The trends of formation and development of landscape centers at the various stages of the history of formation and advancement of the Ukrainian landscape science have been defined. Scientific validity and advisability of using the scientometrics (number of publications and references) have been proved in order to evaluate the level of achievements of research centers and particular researches of Ukraine in the field of landscape science.

УДК 550.402

И.М. Руденко*аспирант, младший научный сотрудник
Института геохимии окружающей среды НАН Украины***УЛУЧШЕНИЕ АККУМУЛЯЦИИ ТРИТИЯ
В ВОДОПРОНИЦАЕМЫХ РЕАКЦИОННЫХ БАРЬЕРАХ**

В статье предоставлены результаты по экспериментальному исследованию адсорбционной емкости бентонит-цеолитовых композитов и влиянию на их адсорбционные свойства органических веществ (гуминовой кислоты и раствора танина) с целью использования в водопроницаемых реакционных барьерах для снижения удельной активности трития в геофильтрационных потоках тритиевой воды. В эксперименте использовалась циклическая система для длительной обратной фильтрации НТО сквозь подготовленные минеральные мембраны.

Введение

Наличие в Украине 5 АЭС и 5 региональных хранилищ радиоактивных отходов обуславливает потенциальную опасность тритиевого загрязнения биосферы, приземной атмосферы и подземных вод зоны активного водообмена. Для решения проблемы предотвращения загрязнения гидросферы тритием предлагается использование водопроницаемых реакционных барьеров (ВРБ). Принципиальная идея ВРБ заключается в том, что в загрязненных подземных водах после их протекания сквозь тело наполнения ВРБ загрязнители деградируют или их концентрация изменяется до безопасного уровня (рисунки 1) [6]. Для очистки подземных вод с использованием ВРБ необходимо иметь достаточную исходную информацию, т.е. данные предварительного мониторинга геологической, гидрогеологической, гидрологической, стратиграфической и литологической сред.

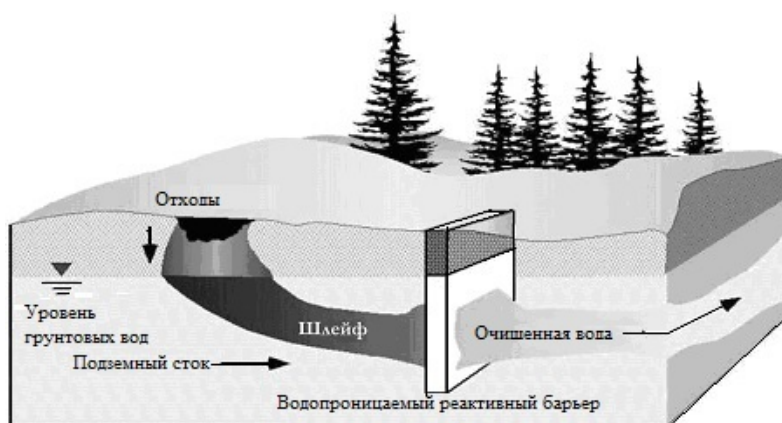


Рисунок 1. – Базовая концепция водопроницаемого реакционного барьера

Очистительные технологии, которые применяются в ВРБ, должны быть достаточно эффективными для долговременного уменьшения концентраций загрязняющих компонентов, поскольку барьер сооружается один раз и его реакционную зону трудно потом заменить или изменить ее мощность. В качестве реагирующего вещества предлагается использование глинистых минералов, которые являются мощным геохимическим барьером на пути распространения геоинфильтрационного потока трития.

Научный руководитель – В.В. Долин, доктор геологических наук, профессор, заведующий отделом биогеохимии Института геохимии окружающей среды НАН Украины

Глинистые минералы способны к поглощению трития в результате процессов поверхностной и межслоевой сорбции воды и изотопного обмена в структурных ОН-группах [3; 4]. В соответствии с предыдущими исследованиями [2], наиболее пригодным веществом для создания ВРБ является бентонит. В выполненных экспериментах используется бентонит черкасского месторождения, который почти на 80–90% состоит из монтмориллонита – слоистого силиката структурного типа 2 : 1.

Накопление трития в структуре монтмориллонита отвечает двухступенчатой модели механизма обмена тяжелых изотопов водорода, которые находятся в свободно мигрирующей тритиевой воде с протонами минеральной матрицы. На начальной стадии происходит вхождение молекул НТО в межслоевое пространство монтмориллонита, что ускоряется в результате разбухания сухой минеральной массы при ее контакте с тритиевой водой, когда происходит существенное увеличение расстояния между структурными пакетами. Процессы диффузии и всасывания при разбухании монтмориллонита создают условия для формирования прослоек из межпакетных молекул НТО и их взаимодействия с протонами минеральной структуры. На второй стадии за счет протон-тритонного обмена происходит переход трития из диссоциированных молекул воды, расположенных в межпакетных прослойках, в структурные позиции ОН-групп минерала.

Использование сплошной бентонитовой массы для создания регулирующего вещества в ВРБ невозможно из-за низкой гидравлической проницаемости бентонита [5]. Поэтому было предложено использование в качестве реагирующего вещества ВРБ бентонит-цеолитового композита (БЦК). Известно, что обменная катионная емкость цеолита близкая к такой, как у бентонита, что позволяет получить барьерные материалы с улучшенными и регулируемые гидрогеологическими и физико-химическими свойствами. Было показано, что при прямой фильтрации увеличение содержания монтмориллонита в композите повышает эффективность процесса извлечения трития из тритиевой воды и его накопления в минеральной структуре.

Развитие адсорбционных и изотопно-обменных процессов в БЦК имеет почти линейный характер, поэтому можно ожидать близкий к аддитивному режим извлечения трития из тритиевой воды, обогащенной тритием (далее – НТО), и накопления его в композите [2]. Использование бентонита и цеолита является достаточно перспективным, особенно учитывая, что эти минералы являются продуктами крупнотоннажной добычи на месторождениях Украины и их применение не нуждается в сложных перерабатывающих технологиях. Вместе с тем остаются неопределенными полная адсорбционная емкость БЦК относительно трития и возможное влияние на адсорбционные свойства БЦК содержания органического вещества в его составе. Для решения этих вопросов выполнена серия долговременных динамических экспериментов.

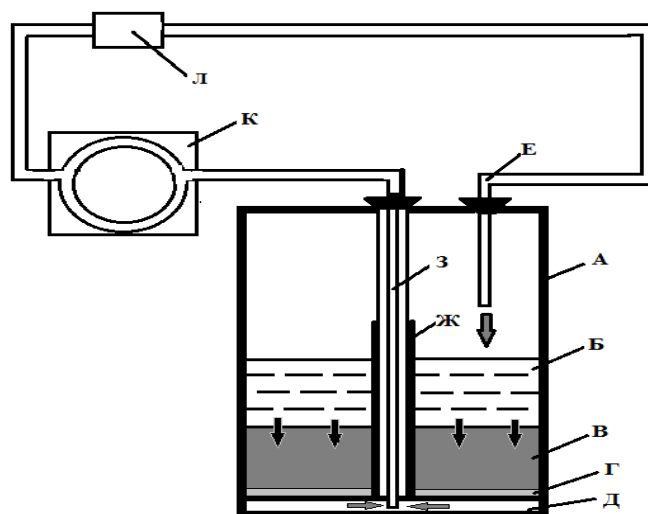
Методика исследований

Возвратная фильтрация сквозь БЦК. В течение полугода проводились эксперименты с целью определения наилучшего минерального композита относительно извлечения трития из геофильтрационного потока и влияния органики на улучшение адсорбционных свойств БЦК. Была подготовлена циклическая система, в которой осуществлялась долговременная возвратная фильтрация сквозь мембрану (рисунок 2).

Экспериментальная система состояла из полипропиленового резервуара (А, рисунок 2) объемом – 178,14 л и высотой – 15,5 см, закрытого крышкой. В сантиметре от дна установлена перфорированная пластина с полиамидной сеткой (Г, рисунок 2), на которой была размещена минеральная мембрана из БЦК. Полиамидная сетка предотвращала взмучивание и смешивание минеральных частичек. К полиамидной пластине прикреплен патрубок (Ж, рисунок 2), в который вставлена трубка, соединенная с

перистальтическим насосом для откачивания профильтрованной сквозь минеральную мембрану НТО (Е, К, рисунок 2). От перистальтического насоса откачанный из камеры фильтрата НТО по трубке возвращается обратно в резервуар для повторного прохождения сквозь минеральную мембрану. Такая циклическая система позволяет прокачивать определенный объем обогащенной тритием воды в долговременном режиме. В течение всего периода эксперимента отбирались пробы фильтрата НТО (Л, рисунок 2) для определения динамики изменения удельной активности трития в жидкой фазе.

Измерения удельной активности трития выполнялись с помощью лабораторного образца жидкостного сцинтилляционного β – спектрометра Triumpf, разработанного в Институте геохимии окружающей среды НАН Украины, с выборочными контрольными измерениями содержимого трития на жидкостном сцинтилляционном β – спектрометре Quantulus 1220 (LKW Wallac).



- А – полипропиленовый резервуар; Б – протиевая вода, обогащенная тритием (НТО);
 В – слой сорбента; Г – полиамидная сетка; Д – камера для накопления фильтрата НТО;
 Е – трубка для откачивания фильтрата; Ж – патрубок для размещения трубки Е;
 З – трубка подачи фильтрата; К – перистальтический насос; Л – отверстие для отбора проб.

Рисунок 2. – Система возвратного циклического прокачивания НТО

Эксперимент выполнялся в два этапа. На первом этапе фильтрация происходила сквозь подготовленные минеральные мембраны. Во время второго этапа в циклические системы были добавлены органические сорбенты. На начальном этапе эксперимента использовались две циклические системы, в которых фильтрация НТО осуществлялась сквозь минеральные мембраны, изготовленные из БЦК.

В систему Ск-1 поместили 260 г минерального композита, который состоит из бентонита (10%) и цеолита (90%), которые были предварительно перетерты до пылеватого состояния. Сквозь минеральную мембрану фильтровалось НТО с удельной активностью $4\ 100\ \text{Бк}/\text{дм}^3$ объемом 1 000 мл. Плотность минерального сорбента – $0,99\ \text{г}/\text{см}^3$, толщина слоя сорбента – 20 мм, площадь поверхности фильтрации – $114,9\ \text{см}^2$.

В систему Ск-2 поместили 221 г минерального композита, состоящего из бентонита (20%) и цеолита (80%). Цеолит и бентонит, использованные в эксперименте, были перетерты до пылеватого состояния. Как и в системе Ск-1, сквозь минеральную мембрану фильтровалось НТО с удельной активностью $5\ 400\ \text{Бк}/\text{дм}^3$, объемом 1 000 мл. Плотность минерального сорбента в Ск-2 – $0,96\ \text{г}/\text{см}^3$, толщина слоя сорбента – 20 мм, площадь поверхности фильтрации – $114,9\ \text{см}^2$. Средняя скорость прокачивания НТО

в обеих циклических системах составляла 1,5–2 дм³ в сутки в зависимости от соотношения ингредиентов в минеральной мембране.

Целью экспериментов в обеих циклических системах являлось определение предельных возможностей минерального слоя извлекать тритий из НТО.

В системе Ск-1 (10/90%) циклическое прокачивание длилось 111 суток, при этом было прокачено за весь период 566,7 дм³ НТО. В системе Ск-2 (20/80%) за 76 суток было прокачено за весь период 69,96 дм³ НТО.

Добавление органических соединений. На втором этапе эксперимента после прокачивания НТО сквозь минеральную мембрану с целью определения возможности улучшения адсорбционных и изотопно-обменных свойств БЦК в циклических системах Ск-1 и Ск-2 были добавлены соответственно раствор гуминовой кислоты (Ск-4) и танина (система Ск-5). В систему Ск-4 после завершения отбора проб из системы Ск-1 было добавлено 20 мл раствора гуминовой кислоты (3,5% от остаточного объема НТО). В систему Ск-5 было добавлено 40 мл 2,5% раствора танина.

Гуминовые кислоты – группа естественных органических кислот. По химическому строению это высокомолекулярные, в основном ароматические, оксикарбоновые кислоты. На ранних стадиях метаморфизма они содержат метоксильные группы. Основной их структуры являются конденсируемые системы, которые включают алициклические и ароматические кольца, боковые цепи и функциональные группы при ядре и в боковых цепях (рисунок 3).

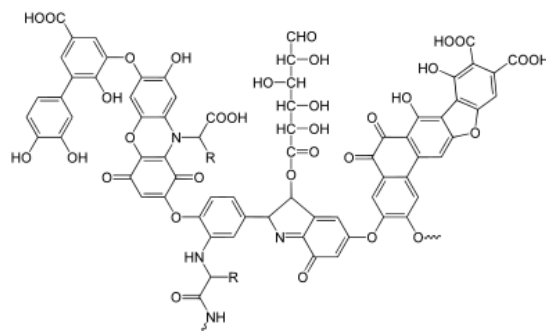


Рисунок 3. – Структура гуминовой кислоты

Предполагалось, что гуминовая кислота позволит модифицировать обменные каналы в минеральном сорбенте. В кислоте содержатся поверхностные группы, которые могут способствовать обмену трития и удержанию его в ОН-группах. Модификация происходит за счет наличия на поверхности алюмосиликатного сорбента ОН-групп, а также подвижных ионов и наличия в гуминовой кислоте значительного количества групп -ОН, -СООН и в меньшем количестве – NH и NH₂. Гуминовые кислоты адсорбируются на поверхности, создавая дополнительное количество обменных центров за счет имеющихся групп. Сквозь обогащенную мембрану на протяжении 133 суток было прокачено 161,5 дм³.

Танины – группа фенольных соединений растительного происхождения, которые содержат большое число гидроксильных групп (ОН) (рисунок 4). Молярная масса – от 500 до 3 000 г/моль. Танин – полусинтетическое вещество, которое может рассматриваться как макроструктурный фрагмент гуминовой кислоты. Танин имеет меньшую молекулярную массу, чем гуминовая кислота, но более сильное комплексообразующее действие и четко сформированную структуру.

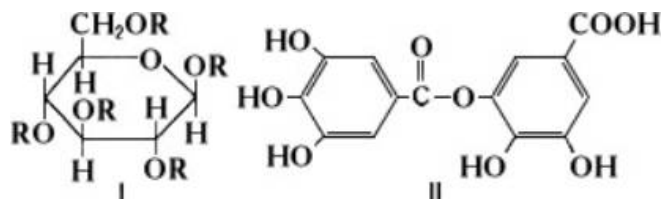


Рисунок 4. – Структурная формула танина

Добавление танина выполнено для выявления модельных механизмов взаимодействия между молекулами НТО тритиевой воды, растворенным органическим веществом и поверхностью неорганического сорбента.

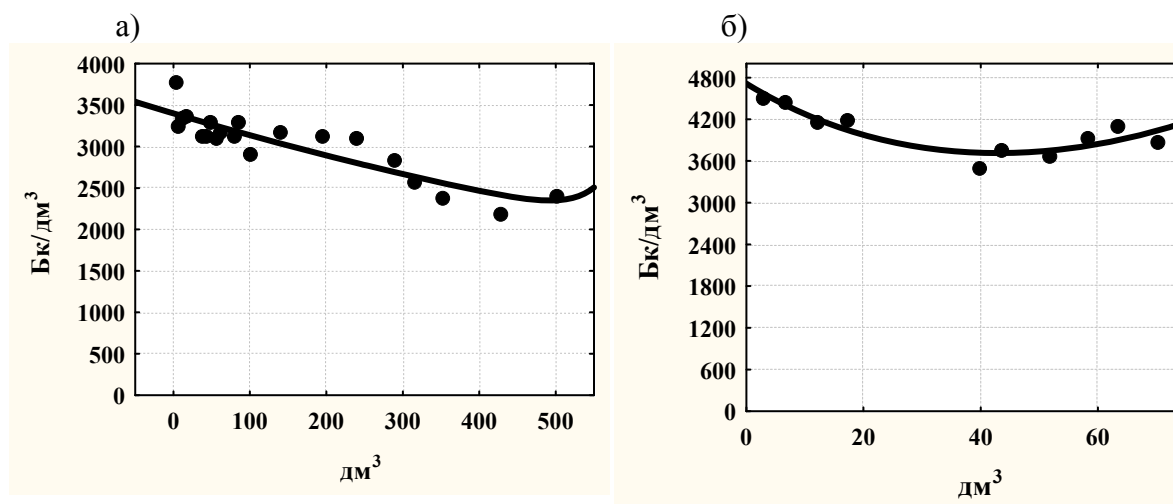
Результат планировалось получить за счет изотопного обмена между группами ОТ из раствора НТО с обменными группами ОН, СООН из раствора танина.

Сквозь обогащенный раствором танина слой сорбента в течение 49 суток было прокачено 71,5 дм³ НТО.

Результаты и их обсуждение

В системе Ск-1 (10/90%) после фильтрации 426 дм³ НТО был установлен момент перенасыщения, когда из глинистой мембраны началось вымывание слабосвязанного трития. К моменту перенасыщения глинистой мембраны наблюдалось максимальное уменьшение удельной активности Т в жидкой фазе (на 48%) вследствие его извлечения сорбентом из тритиевой воды (рисунок 5а). При продолжении фильтрации удельная активность трития в фильтрате возросла на 18% вследствие вымывания трития из сорбента.

В системе Ск-2 (20/80%) момент перенасыщения наступил после прокачивания 39,6 дм³ НТО. При этом максимально возможное уменьшение активности трития достигает 31,9% (рисунок 5б). При продолжении фильтрации удельная активность трития в фильтрате возросла на 8%.



а) в системе Ск-1 (20/80%); б) в системе Ск-2 (10/90%)

Рисунок 5. – Возвратная циклическая фильтрация НТО сквозь БЦК

Из приведенных данных следует, что содержание бентонита в мембране существенно влияет на аккумуляцию трития. С увеличением количества глинистого материала снижается скорость фильтрации сквозь мембрану. Увеличение количества цеолита

с 80 до 90% увеличивает возможность накопления трития на 17,1%. Поэтому более эффективным для практического использования из двух приведенных систем является бентонит-цеолитовая мембрана с соотношением 10/90% с соответственно меньшим количеством бентонита.

Влияние органических веществ

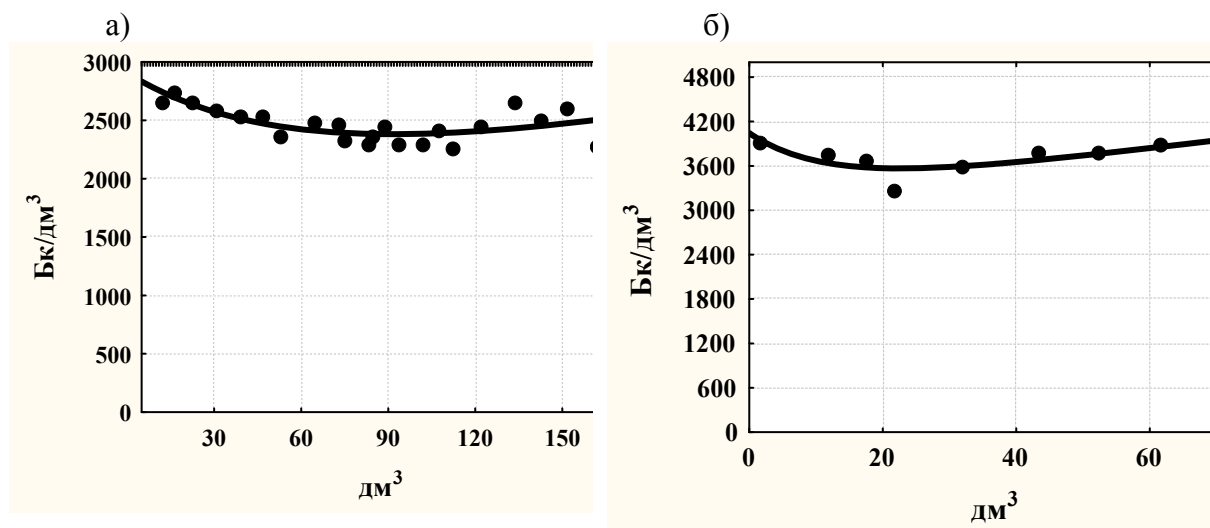
На втором этапе эксперимента в раствор НТО в системе Ск-1 для улучшения сорбционных свойств БЦК добавили гуминовую кислоту (система Ск-4). После добавления гуминовой кислоты активность трития в жидкой фазе максимально уменьшилась на 26%. Перенасыщение наступило после прокачивания 111 дм^3 (рисунок 6а).

Предыдущее прокачивание без кислоты позволило уменьшить активность на 48%. Последняя активность перед добавлением кислоты в момент перенасыщения была на 30% меньше начальной. Добавление кислоты дало мгновенный результат: всего лишь через 5 дней прокачивания ($12,1 \text{ дм}^3$ НТО) активность уменьшилась на 13% по сравнению с предыдущей.

В результате наличие гуминовой кислоты в минеральной мембране позволило улучшить аккумуляцию трития. Из полученных данных следует, что добавление гуминовой кислоты является целесообразным, способствует получению положительных результатов за счет увеличения обменных групп.

Не исключено, что добавление большего количества гуминовой кислоты позволит минеральной мембране более долгое время удерживать тяжелые изотопы водорода в своей структуре.

В системе Ск-5 после добавления раствора танина активность НТО максимально уменьшилась на 15,2%. Таким образом, введение танина в водно-минеральную систему приводит к увеличению извлечения трития из раствора НТО минеральным композитом. Вместе с тем при продолжении фильтрации было установлено, что предел насыщения композита тритием наступает после 22 дм^3 (рисунок 6б).



а) в системе Ск-4 (10/90%) после добавления гуминовой кислоты;
б) в системе Ск-5 (20/80%) после добавления раствора танина

Рисунок 6. – Циклическая фильтрация НТО сквозь бентонит-цеолитовую смесь после добавления органических веществ

Эксперименты с модификацией минерального сорбента растворами гуминовой кислоты и танина позволили оценить влияние танина как низкомолекулярного фрагмента гуминовой кислоты на улучшение аккумуляции трития БЦК. Они также объясняют высокую обменную емкость гуминовой кислоты за счет большого количества таниноподобных фрагментов в ее составе.

Заключение

На основе проведенных исследований по определению адсорбционной емкости БЦК и влиянию на их адсорбционные свойства органических веществ можно сделать следующие общие выводы:

1. Среди предложенных двух минеральных композитов лучшим для адсорбции трития из водного раствора является система с процентным соотношением 10/90. Этот минеральный сорбент извлекает из раствора НТО 48% удельной активности трития.
2. Установлено позитивное влияние модификации сорбентов гуминовой кислотой и ее макроструктурным фрагментом танином на интенсификацию изотопного обмена между группами ОТ из раствора НТО с обменными группами органических сорбентов, таких как ОН, СООН и, возможно, NH и NH₂.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречановська, О. Е. Мінералогія та умови утворення родовищ породоутворюючих цеолітів Закарпаття : дис. ... канд. геол. наук : 04.00.20 / О. Е. Гречановська. – Київ. – 2011. – 227 с.
2. Пушкаръов, О. В. Властивості бентоніто-цеолітових композитів щодо вилучення тритію з тритівоєї води : сб. наук. пр. / О. В. Пушкаръов, В. М. Приймаченко, І. О. Золкін. – Київ : Ін-т геохімії навколишнього середовища НАН України. – 2012. – Вип. 20. – С. 98–108.
3. Тарасевич, Ю. И. Строение и химия поверхности слоистых силикатов / Ю. И. Тарасевич. – Киев : Наук. думка, 1988. – 248 с.
4. Kalinichenko, E. A. Fenoll Nach Ali, P. & López-Galindo, A. Tritium accumulation in the structure of some clay minerals / E. A. Kalinichenko, R. A. Pushkarova // Clay Minerals. – 2002. – № 37. – P. 497–508.
5. Kaya, A. The effects of organic fluids on physicochemical parameters of finegrained soils / A. Kaya, H.-Y. Fang // Canadian Geotechnical Journal. – 2000. – № 37. – P. 943–950.
6. Sources and Effects of Ionizing Radiation : UNSCEAR, 2008. Report to the General Assembly. – New York : United Nations, 2010. – V. I. – 245 p.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 03.03.2015

Rudenko I.M. Improving the Accumulation of Tritium in Water Reactive Barriers

The article provided by the experimental investigation results for the adsorption capacity of the zeolite-bentonite composites and their influence on the adsorption properties of the organic substances (humic acid and tannin solution) to be used in permeable reactive barriers to reduce the tritium specific activity tritiated water by geofiltration flows. In the experiment was used a ring system for continuous inverse filtering through the HTO prepared mineral membrane.

УДК 911.5: 711.136 (476.2)

А.С. Соколов*ассистент каф. экологии**Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины***ЛАНДШАФТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
И СЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассматривается влияние ландшафтной структуры территории на особенности размещения населения и селитебных ландшафтов. Для родов и подродов ландшафтов показаны различия в таких показателях, как плотность сельского населения и населённых пунктов, доля селитебных ландшафтов, средняя людность и средний размер населённого пункта, среднее расстояние между ближайшими населёнными пунктами. Установлено, что наибольшая концентрация населения характерна для родов вторичноморенных и моренно-зандровых ландшафтов, для подродов с покровом лёссовидных суглинков и с покровом водно-ледниковых суглинков.

Введение

Исследования, направленные на научное обеспечение процесса перехода к устойчивому развитию не могут не затрагивать такой аспект социально-экономической организации государства, как особенности размещения населения на его территории. Как указывается в «Повестке дня на XXI век», принятой в 1992 году в Рио-де-Жанейро, между демографическими тенденциями и факторами и устойчивым развитием существует тесная взаимосвязь. Согласно этому же документу, в глобальном анализе проблем охраны окружающей среды и развития необходимо обеспечить учет демографических тенденций и факторов. Ставится вопрос о выявлении взаимосвязи между демографическими процессами, природными ресурсами и системами, обеспечивающими поддержание жизни, учитывая региональные и субрегиональные различия [1].

Целью настоящей работы является выявление связей между размещением населения и ландшафтной дифференциацией Гомельской области. Актуальность исследования заключается в том, что характеристики пространственного распределения населения определяют степень преобразования ландшафтов [2, с. 150], таким образом, данные показатели позволяют определить величину антропогенной нагрузки и экологическое состояние ландшафта. Ряд авторов [3, с. 84; 4, с. 39] указывает, что универсальным наглядным интегральным показателем при оценке антропогенных нагрузок на геосистемы на региональном уровне является плотность населения. С изменением плотности населения, как правило, согласуются уровень освоённости территории, интенсивность хозяйственной деятельности и антропогенного воздействия на ландшафты. Увеличение населённости влечет за собой рост потребления различных природных ресурсов (в том числе водных, рекреационных, местных пищевых), увеличение автомобильного парка, количества коммунально-бытовых отходов, не говоря уже об отходах производств, в которых занята активная часть населения [4, с. 122].

Ландшафтная дифференциация территории является наиболее оптимальной основой для оценки антропогенной трансформации природной среды. Именно ландшафт, как территория с характерным сочетанием природных компонентов, обладающая генетическим единством, природным потенциалом, устойчивостью и характером реакции на различные типы антропогенных нагрузок, является наиболее приемлемой операционной единицей при оценке антропогенной нагрузки и экологического состояния территорий.

Методы и материалы исследования

Источником данных о населении Гомельской области являлся справочник «Гарады і вёскі Беларусі» [5; 6], о ландшафтной дифференциации территории – ландшафт-

ная карта Беларусі [7], о местоположении и площади населённых пунктов – слой «Полигоны населённых пунктов» (settlement-polygon) в формате shape-файла из набора слоёв проекта OpenStreetMap для Беларусі, доступного на сайте <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>. Были использованы данные о площади, населении и ландшафтной приуроченности 2,9 тыс. населённых пунктов области. Расчёты и составление карт выполнялись с помощью ГИС MapInfo.

Результаты и их обсуждение

В среднем по области плотность сельского населения составила 13,1 чел./км², доля селитебных ландшафтов 6,9 %, плотность сельских населённых пунктов – 7,1 на 100 км² территории, среднее расстояние между ближайшими населёнными пунктами – 0,99 км. Показатели распределения населения были рассчитаны для каждого рода ландшафтов (таблица 1) и подрода ландшафтов (таблица 2).

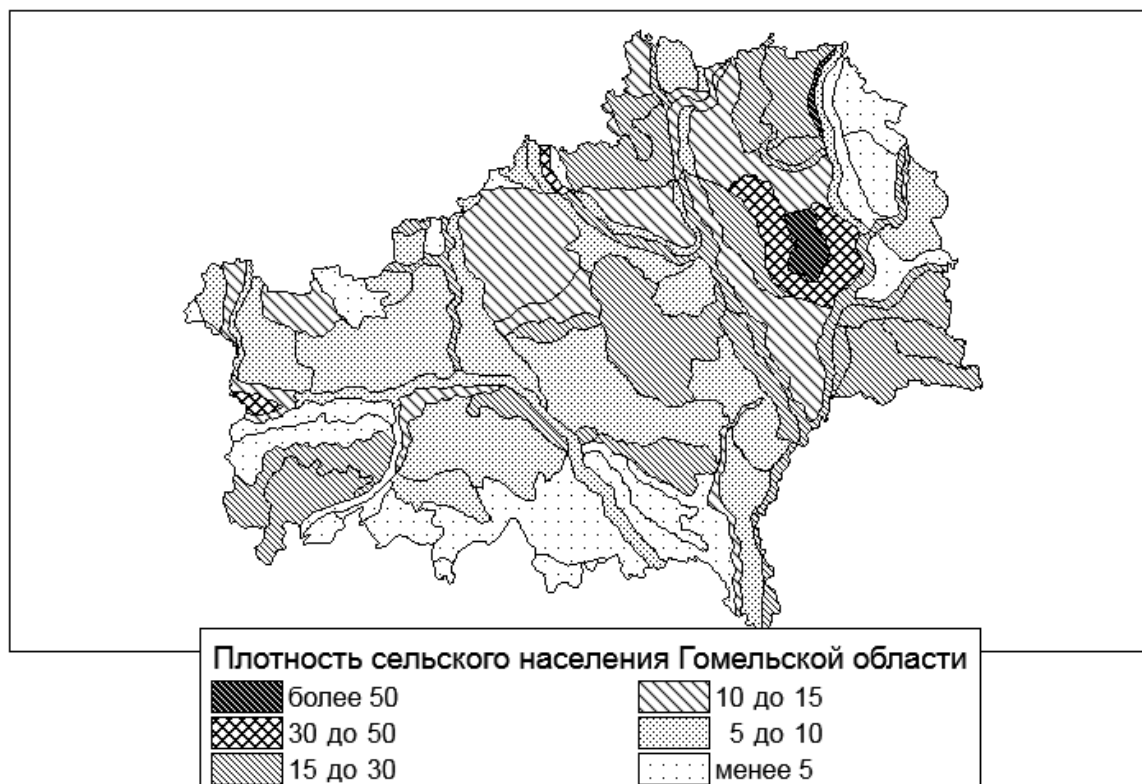
Таблица 1. – Связь показателей размещения населения с родами ландшафтов

Показатель	Роды ландшафтов								
	ОА	АТ	ВВЛ	МЗ	ВМ	П	Б	ХМО	РД
Доля рода в области, %	14,0	19,8	21,1	16,7	5,1	12,1	9,9	0,8	0,4
Плотность сельского населения, чел./км ²	8,1	9,4	12,8	17,8	26,6	14,4	10,1	28,9	22,7
Плотность населённых пунктов, ед./100 км ²	5,1	6,9	8,6	12,1	16,5	8,4	3,9	10,3	22,9
Доля селитебных ландшафтов, %	4,7	5,4	6,7	9,0	11,4	9,0	4,1	13,6	13,4
Средняя людность сельских населённых пунктов*	215,2	171,0	174,7	180,9	183,4	237,0	290,8	287,6	129,9
Средняя площадь сельского населённого пункта, км ²	0,98	0,71	0,86	0,62	0,69	1,07	1,13	2,15	0,59
Среднее расстояние между ближайшими населёнными пунктами, км	1,5	1,5	1,1	0,9	0,7	1,4	2,3	0,62	0,9

Примечания: ОА – озёрно-аллювиальные, АТ – аллювиально-террасированные, ВВЛ – вторичные водной ледниковые, МЗ – моренно-зандровые, ВМ – вторично-моренные, П – пойменные, Б – болотные, ХМО – холмисто-моренно-эрозионные, РД – речные долины

* населённые пункты без населения не учитывались

Холмисто-моренно-эрозионные и ландшафты речных долин занимают незначительную площадь в общей структуре территории, что не даёт оснований утверждать о наличии достоверных закономерностей. По плотности населения выделяются вторично-моренные ландшафты, которые в 1,5 раза превышают по этому показателю следующие за ними моренно-зандровые. Наиболее низкими значениями плотности отличаются озёрно-аллювиальные, аллювиально-террасированные и болотные ландшафты. Аналогичная закономерность наблюдается и для показателя количества населённых пунктов на 100 км² территории соответствующего рода.



Рисунк. – Картохема плотности сельского населения Гомельской области, чел./км²

Таблица 2. – Связь показателей размещения населения с подродами ландшафтов

Показатель	Подроды ландшафтов								
	АП*	ВЛП	ПВЛС	ЛС	ВЛС	ВЛСП	ПВЛСП	ТП	Т
Доля в области, %	31,1	14,1	29,2	5,6	2,6	6,4	1,1	8,7	1,2
Плотность сельского населения, чел./км ²	10,6	11,6	11,5	36,1	23,2	18,1	4,8	9,7	13,3
Плотность населённых пунктов, ед./100 км ²	7,6	7,6	8,4	18,5	18,2	10,2	11,5	4,1	2,9
Доля селитебных ландшафтов, %	6,9	5,6	5,9	17,5	12,3	7,8	5,3	4,1	4,1
Средняя людность населённых пунктов	180,3	173,2	160,7	241,3	150,3	184,8	65,1	272,8	450,1
Средняя площадь населённого пункта, км ²	1,64	0,74	1,26	1,28	0,67	0,93	0,69	1,37	1,69
Среднее расстояние между ближайшими населёнными пунктами, км	1,3	1,2	1,2	0,5	0,7	1,0	0,8	2,3	2,8

Примечание: АП* – с поверхностным залеганием аллювиальных песков; ВЛП – с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков; ПВЛС – с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей; ЛС – с покровом лёссовидных суглинков; ВЛС – с покровом водно-ледниковых суглинков; ВЛСП – с покровом водно-ледниковых супесей; ПВЛСП – с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей; ТП – с поверхностным залеганием торфа и песком; Т – с поверхностным залеганием торфа

По показателям среднего размера населённых пунктов и их средней людности лидируют болотные и пойменные ландшафты, т.е. ландшафты, не пригодные для сель-

скохозяйственного освоения. В небольшой степени им уступают озёрно-аллювиальные ландшафты. Самый маленький средний размер населённых пунктов имеют моренно-зандровые и вторично-моренные ландшафты, а самую маленькую среднюю людность – аллювиально-террасированные и вторичные водно-ледниковые ландшафты, уступающие по данному показателю в 1,7 раза болотным ландшафтам.

Анализируя связь особенностей расселения с подродом ландшафта, можно отметить, что максимальный уровень заселённости имеют ландшафты с покровом лёссовидных суглинков, обладающие наибольшей распаханностью. Также достаточно высоким значением плотности населения и доли селитебных ландшафтов характеризуются ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков и с покровом водно-ледниковых супесей. Минимальными значениями плотности и в то же время максимальными значениями средней людности и среднего размера населённого пункта отличаются ландшафты с поверхностным залеганием торфа и песком и с поверхностным залеганием торфа.

Результаты исследований позволили составить картосхему плотности населения в каждом конкретном ландшафте области (рисунок). Она позволяет проследить особенности распределения населения по конкретным ландшафтам и его пространственного изменения.

Корреляционный анализ, проведённый между показателями плотности населения в пределах ландшафтов и значением лесистости, определённым для каждого ландшафта области [8], показал наличие достоверной отрицательной связи этих двух характеристик: коэффициент линейной корреляции Пирсона $r = -0,56$ ($p < 0,05$), уравнение регрессии:

$$y = 56,01 - 1,07 \times x, \quad (1)$$

где y – лесистость (%), x – плотность сельского населения (чел./км²).

Отрицательная связь между долей селитебных ландшафтов и лесистостью ещё выше: $r = -0,68$ ($p < 0,05$), уравнение регрессии:

$$y = 66,03 - 3,46 \times x, \quad (2)$$

где y – лесистость (%), x – доля селитебных ландшафтов (%).

Доля лесных геосистем, являющихся потенциалом самовосстановления и устойчивости ландшафта, выступает одним из важнейших критериев оценки экологического состояния ландшафтов [9; 10], поэтому показанная закономерность позволяет увязывать и сравнивать результаты оценок, выполненных на основе различных показателей.

Заключение

Анализ полученных результатов о ландшафтных закономерностях размещения населения области позволил сделать следующие выводы:

1. К родам ландшафтов с высокой степенью населённости можно отнести вторично-моренные ландшафты, со средней степенью – вторичные водно-ледниковые, моренно-зандровые и пойменные, к со слабой степенью – аллювиально-террасированные, озёрно-аллювиальные и болотные, одновременно характеризующиеся высокими средними значениями людности.

2. К под родам ландшафтов с очень высокой степенью населённости можно отнести ландшафты с покровом лёссовидных суглинков, с высокой степенью – ландшафты с покровом водно-ледниковых суглинков.

3. Картосхема плотности населения Гомельской области в разрезе ландшафтов позволяет определить степень населённости каждого конкретного ландшафта.

4. Установлена статистически достоверная отрицательная связь между показателями населённости и доли селитебных ландшафтов и показателем лесистости, что позволяет использовать оба этих критерия для оценки экологического состояния ландшафта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повестка дня на XXI век [Электронный ресурс] // Сайт ООН. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml. – Дата доступа: 09.06.2015.
2. Элизбарашвили, Н. К. Ландшафтный анализ размещения населения Грузии / Н. К. Элизбарашвили, Д. А. Николаишвили // География и природные ресурсы. – № 4. – 2006. – С. 150–155.
3. Исаченко, А. Г. Введение в экологическую географию / А. Г. Исаченко. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2003. – 192 с.
4. Егоренков, Л. И. Геоэкология : учеб. пособие / Л. И. Егоренков, Б. И. Кочуров. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
5. Гарады і вёскі Беларусі : энцыклапедыя. Гомельская вобласць : у 2 т. – Мінск : Беларуская энцыклапедыя, 2004. – Т. 1. – 630 с.
6. Гарады і вёскі Беларусі : энцыклапедыя : у 15 т. Гомельская вобласць : у 2 т. – Мінск : Беларус. энцыкл., 2005. – Т. 2. – 519 с.
7. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А. Г. Исаченко. – М. : ГУГК, 1984.
8. Соколов, А. С. Экологическое состояние ландшафтов Гомельской области и особенности их охраны в системе ООПТ региона / А. С. Соколов // Известия вузов. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 83–93.
9. Струк, М. И. Экологическая оценка структуры землепользования пригородной территории Минска / М. И. Струк, С. Г. Живнач // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 6–8 июня 2012 г, г. Минск, Беларусь / редкол.: И. И. Пирожник (гл. ред.), В. М. Яцухно (отв. ред.) [и др.] . – Минск : Изд. центр БГУ, 2012. – С. 305–306.
10. Аитов, И.С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук ; Нижневартковский гос. гуман. ун-т; 25.00.36 / И. С. Аитов. – Барнаул, 2006. – 18 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 09.09.2015

Sokolov A.S. Landscape Regularities of Placing of Population and Settlement Landscapes of Gornel Region

Influence of landscape structure of territory on the features of placing of population and settlement landscapes is described in the paper. For different genus and subgenus of landscapes distinctions in such indicators as density of country people and settlements, a share of settlement landscapes, the average settlement population and the average size of the settlement, average distance between the next settlements are shown.

УДК 911.3

И.Л. Фёдорова*магистр геогр. наук, преподаватель каф. социально-экономической географии и туризма Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***МЕСТО ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В СИСТЕМЕ ТУРИСТСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА**

В статье рассматривается проблема выявления места географических факторов в системе туристской привлекательности для целей культурного туризма. Констатируется важная роль этого вида туризма в туристской деятельности, степень изученности вопросов его развития. Отмечается проблемность научного обоснования факторной обусловленности деятельности в культурном туризме. С помощью метода анализа иерархий выявляется место географических факторов в развитии регионального трансграничного культурного туризма. На основании проведенных исследований делаются выводы о важности географических факторов для развития культурного трансграничного туризма. Выделяется особое значение фактора географического положения региона.

Введение

Географическое пространство является основой (базисом) для организации других видов пространств, поэтому его параметры лежат в основе пространственной организации различных видов деятельности, в т.ч. и туристской. Этот вид деятельности локализуется в одном из подтипов географического пространства – *туристском пространстве*. Туристское пространство – это часть географического пространства, в которой осуществляется туристская деятельность. Необходимым и достаточным условием определения части географического пространства как пространства туристского является, таким образом, туристская деятельность независимо от ее объемов и характера. Дополнительным условием, делающим возможным его делимитацию, является наличие туристской освоенности, величина и характер которой позволяют определить тип туристского пространства. Такая трактовка туристского пространства позволяет предположить, что для организации туристской деятельности особое значение имеют географические факторы. Важной исследовательской задачей является выявление места географических факторов в сложной системе факторной обусловленности туризма.

Среди многочисленных видов туризма особое место занимает культурный туризм. Культурный туризм можно определить как посещение объектов историко-культурного наследия (памятников архитектуры, истории, градостроительства, археологии) с познавательными и образовательными целями. Он выделился и стал самостоятельным достаточно давно и в настоящее время является одним из наиболее востребованных, имеющих большой потенциал развития видов туристской деятельности. Значение культурного туризма связано с тем, что он способствует укреплению культурных связей и международному сотрудничеству, пропагандирует культурное наследие.

Значимость и востребованность культурного туризма определяют исследовательский интерес к проблемам его развития. В настоящее время хорошо изучены вопросы ресурсного обеспечения, проблем и перспектив развития культурного туризма, много внимания уделяется вариантам его дефиниции. Разработаны классификация культурного туризма и подходы к его исследованию. Вместе с тем проблемным остается научное обоснование факторной обусловленности деятельности в культурном туризме.

Опыт туристской деятельности показывает, что на развитие того или иного явления оказывает влияние не один, а ряд факторов, которые взаимосвязаны между собой. Факторы проявляют себя как совокупность, как комплекс (система) обстоятельств, определяющих деятельность в данном виде туризма. Каждый из факторов имеет самостоятельное значение, но, учитывая системный характер туризма, сложность и многогранность туристской деятельности, на нее оказывает влияние комплекс факторов (фак-

торный комплекс). Одним из основных факторных комплексов туристской деятельности является факторный комплекс туристской привлекательности региона. Представления об этом комплексе в настоящее время лишь формируется, содержание его разрабатывается и до конца не определено.

Одной из существенных характеристик туристской привлекательности является структурная иерархия этого комплекса. Выявление ее специфики, места отдельных факторов требует использования специальных методических подходов, использования методов, которые могут раскрыть суть иерархической организации.

Для организации туристской деятельности географические факторы имеют особое значение. Они первичны с точки зрения ее инициации и развития и генерируют формирование и возникновение других факторов – вторичных. Выявление значимости этих факторов позволяет правильно определить приоритеты альтернативных решений в организации деятельности.

Привлекательность – это свойство вызывать восхищение, притягивать к себе особыми качествами, свойствами. Туристская привлекательность региона – это совокупность его объективных и субъективных характеристик, материальных и нематериальных факторов, влияющих на результаты туристической деятельности и определяющих положение региона для туристов и субъектов туристической деятельности [1].

Территория привлекательна, если она располагает туристическими ресурсами: природными, историко-культурными и социально-экономическими, – развитой материально-технической базой, насыщенной инфраструктурой, удобным транспортно-географическим положением, доступной о ней информацией и пользуется популярностью у туристов. Именно наличие и сочетание этих ресурсов делают территорию туристически привлекательной. Такая территория превращается в соответствующее территориальное туристическое объединение в виде туристического пункта, центра, узла, района, региона [2]. Одним из свойств этого факторного комплекса является иерархичность (соподчиненность) факторов. Положение в данной иерархии определяет значимость фактора. Поэтому одной из важных исследовательских задач является выявление места отдельных факторов и их групп в факторной системе туристской привлекательности.

При анализе комплекса туристской привлекательности для целей культурного туризма важным и необходимым условием выступали определение и использование эффективного научного метода. Оптимальным для решения поставленной задачи представляется использование метода анализа иерархий (МАИ).

В исследовательской практике МАИ используется для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в политике, бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании, туризме и др. Данный метод нашел применение для решения некоторых задач управления; анализа социально-экономических процессов и факторов, влияющих на них; оценки возможности использования преимуществ, эффективности управления, рисков; инновационных проектов, безопасности, туристического потенциала, анализа социальных сетей; для решения некоторых экологических и природоохранных проблем и др. Таким образом, данный метод широко используется для оценки и принятия решений в разных областях.

К основным достоинствам метода анализа иерархий следует отнести:

- 1) возможность получить представление о взаимодействии факторов;
- 2) универсальность применения;
- 3) возможность измерять и синтезировать множество факторов;
- 4) определять степень предпочтительности посредством рейтингования.

При изучении значения географических факторов в развитии культурного туризма в белорусско-польско-украинском пограничье (еврорегион «Буг») данная методика использовалась для выявления наиболее значимых факторов и их групп. Это осуществлялось путем попарного сравнения и ранжирования множества факторов и отдельных групп факторов, выявления весовых коэффициентов каждого фактора для определенной группы привлекательности и сравнения весовых коэффициентов групп факторов.

Данный метод помогает учесть региональную специфику в таких сложных образованиях, как трансграничные регионы, примером которых является еврорегион «Буг». Особенности трансграничных регионов являются их системное устройство, в качестве основных аспектов которого выступают состав, окружение и внутренняя среда, структура отношений и территориальная структура. Это территориальные системы, которые состоят из подсистем, принадлежащих разным социально-экономическим пространствам, и имеют полицентрический характер. Каждая из этих подсистем имеет свою степень открытости социально-экономического пространства, а поэтому факторная обусловленность функционирования трансграничного региона чрезвычайно сложна и неоднозначна.

Для выявления места географических факторов в системе туристской привлекательности для целей культурного туризма еврорегиона «Буг» проводились экспертные оценки значимости отдельных факторов для таких групп привлекательности: экономической, эколого-рекреационной, культурно-исторической, географической, а также туристского имиджа территории; значимости отдельных видов привлекательности.

Структура комплекса туристской привлекательности образована несколькими уровнями: отдельные факторы, оказывающие влияние на туристскую привлекательность для целей культурного туризма (на ту или иную группу факторов); уровень групп факторов; фокус иерархии – инициация деятельности (принятие решения об организации деятельности и ее развитии) (рисунок 1).

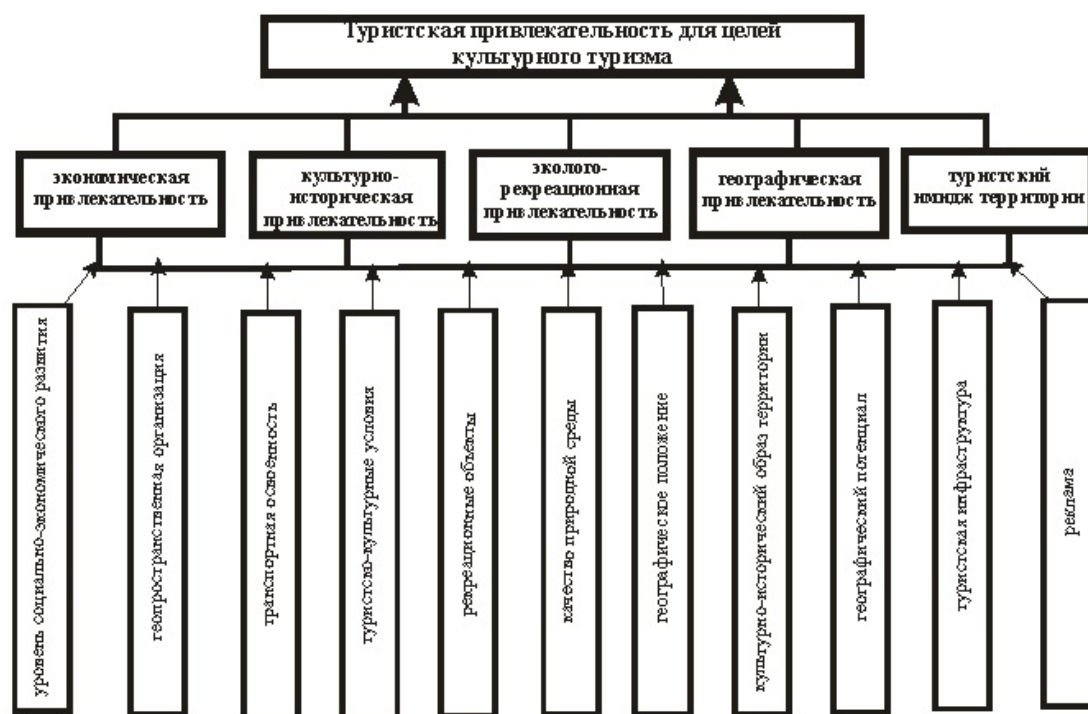
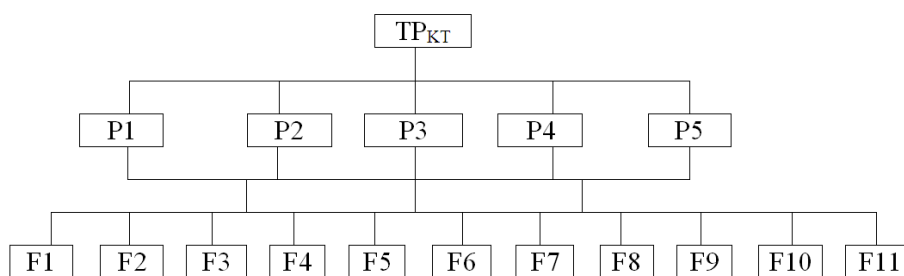


Рисунок 1. – Иерархическая модель туристской привлекательности для целей культурного туризма

Структуру данного комплекса можно представить в виде схемы (рисунок 2).



(TP_{КТ} – трансграничный культурный туризм, P – привлекательность, F– фактор)

Рисунок 2. – Схематическая иерархическая модель туристской привлекательности для целей культурного туризма

Представленную на рисунке 2 схематическую иерархическую модель можно разбить на отдельные иерархические совокупности, которые выявляют наиболее значимые факторы для определенной группы привлекательности: экономической, эколого-рекреационной, культурно-исторической, географической, а также туристского имиджа (рисунок 3).



Рисунок 3. – Двухуровневая иерархия для географической привлекательности

Определение наиболее значимой группы туристской привлекательности для целей культурного туризма и принятие окончательного решения с учетом весомости (значимости) моделируется полной 2-уровневой иерархией (рисунок 4).

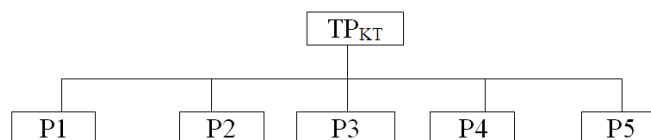


Рисунок 4. – Двухуровневая иерархия для определения наиболее значимой группы факторов для туристской привлекательности для целей культурного туризма

Эксперты, в качестве которых выступали специалисты в сфере организации туристской деятельности, оценивали значимость факторов и групп факторов для определения места географических факторов для развития культурного туризма в еврорегионе «Буг». Они заполняли матрицы путем парного сравнения элементов одного уровня иерархии (11 факторов) по отношению к каждому вышестоящему элементу (экономической, эколого-рекреационной, культурно-исторической, географической и туристского имиджа территории) (таблица 1).

Далее проводился анализ результатов сравнения, проведенного экспертами, рассчитывались весовые коэффициенты факторов для различных видов привлекательности. Для этого использовалась шкала измерения, принятая в анализе иерархий: от 1 до 9. В случае если рассматриваемый критерий оказывался не более, а менее важным, чем

тот, с которым его сравнивали, такое соотношение описывалось посредством девяти степеней сравнения, представленных обратными величинами значений: 1/2, 1/3, ..., 1/9.

Таблица 1. – Матрица парных сравнений альтернатив по критерию географической привлекательности

P4	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
F1	1										
F2		1									
F3			1								
F4				1							
F5					1						
F6						1					
F7							1				
F8								1			
F9									1		
F10										1	
F11											1

Для расчета весовых коэффициентов факторов использовался алгоритм расчета нормированных весов альтернатив (F1 – F11) по критериям P1 – P5 на основе матрицы парных сравнений. Полученные данные составили сводные матрицы рангов (весовых коэффициентов) для всех видов привлекательности (P1 – P5).

С помощью расчета коэффициента конкордации (W) была выявлена мера согласованности мнений экспертов, что позволило определить, смогут ли полученные данные использоваться в дальнейших исследованиях.

В результате расчетов были получены коэффициенты конкордации для:

- 1) экономической привлекательности ($W = 0,54$);
- 2) историко-культурной привлекательности ($W = 0,48$);
- 3) эколого-рекреационной привлекательности ($W = 0,58$);
- 4) географической привлекательности ($W = 0,59$);
- 5) туристского имиджа территории ($W = 0,2$).

Проводя оценку степени согласованности мнений экспертов по шкале Харрингтона, замечаем, что данные величины не случайны, поэтому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

Проверка согласованности, анализ результатов экспертных оценок и выявление факторов обусловленности отдельных видов туристской привлекательности позволили выявить, что для еврорегиона «Буг»:

- 1) экономическая привлекательность обусловлена такими факторами, как уровень социально-экономического развития, транспортная освоенность, геопространственная организация, географическое положение;
- 2) историко-культурная привлекательность обусловлена такими факторами, как туристско-культурные условия и культурно-исторический образ территории, географическое положение, геопространственная организация;
- 3) эколого-рекреационная привлекательность обусловлена такими факторами, как качество природной среды, рекреационные объекты, географическое положение;
- 4) географическая привлекательность обусловлена такими факторами, как географическое положение, геопространственная организация, географический потенциал;
- 5) туристский имидж обусловлен такими факторами, как реклама, туристско-культурные условия, рекреационные объекты.

Анализ показал, что для туристской привлекательности для целей культурного туризма важным является фактор географического положения. Данный фактор является приоритетным среди других географических факторов и определяющим для географической, эколого-рекреационной, экономической привлекательности, а также имеет большое значение для формирования историко-культурной привлекательности трансграничного региона.

Важным элементом исследования явилось определение значения различных видов туристской привлекательности для развития культурного туризма в трансграничном регионе. Экспертами путем парных сравнений были сопоставлены группы факторов (виды привлекательности) (таблица 2). Расчеты весовых коэффициентов значимости той или иной группы факторов привлекательности, их оценка проводились способом, описанным выше.

Таблица 2. – Матрица парных сравнений альтернатив для туристской привлекательности для целей культурного туризма

ТП _{КТ}	P1	P2	P3	P4	P5
P1	1				
P2		1			
P3			1		
P4				1	
P5					1

Ответы экспертов свидетельствуют, что наибольшее значение для развития регионального культурного туризма имеет культурно-историческая привлекательность (62,5% респондентов), экономическая (35% респондентов) и географическая привлекательность (45% респондентов). Географическая привлекательность территории, как показали исследования, включает ее географическое положение, геопространственную организацию и географический потенциал. Эти группы факторов являются значимыми для развития культурного туризма в еврорегионе «Буг».

Заключение

Использование метода анализа иерархий позволило ранжировать сложную факторную систему туристской привлекательности для целей развития культурного туризма в трансграничном регионе. Сложный феномен факторной обусловленности деятельности может быть структурирован лишь с применением методов, основным элементом которых являются экспертные оценки.

С помощью метода анализа иерархий выявлено определяющее (в числе других) значение географических факторов для развития культурного трансграничного туризма. Среди этих факторов главное место принадлежит фактору географического положения (локализации) как первичному элементу факторной системы, детерминирующему территориальные условия и пространственную организацию туристской деятельности. Кроме того, большое значение для развития трансграничного культурного туризма имеют геопространственная организация и географический потенциал территории региона как факторы, тесно связанные с экономическим и социально-культурным развитием региона, его инфраструктурной системой и эколого-рекреационной привлекательностью.

Выявленные аспекты позволяют учесть при организации и реализации деятельности в сфере культурного туризма в пограничье характеристики различных видов географического положения региона, специфику его ресурсной базы, этнокультурные и социальные параметры, особенности развития его подсистем (прежде всего турист-

ско-рекреационных) и состояние интеграционных процессов между приграничными регионами. Полученные выводы могут быть использованы при составлении программ развития трансграничного сотрудничества в еврорегиональных структурах с участием регионов Беларуси для наиболее полной и эффективной реализации их географического положения и пространственного потенциала в социально-экономическом развитии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славин, В. В. Туристическая привлекательность региона: понятие, содержание, основные принципы формирования [Электронный ресурс] / В. В. Славин // Вопросы управления. – 2013. – Режим доступа: <http://vestnik.uara.ru/ru-ru/issue/2013/01/14/>. – Дата доступа: 15.11.2013.

2. Формирование туристической привлекательности территории [Электронный ресурс] // Вокруг света. – 2013. – Режим доступа: <http://vokrugsveta.com.ua/formirovaniye-turisticheskoy-privlekateljnosti-teritorii>. – Дата доступа: 15.11.2013.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 14.05.2015

Fiodorova I.L. Geographical Location Factors in the Tourist Attraction for Cultural Tourism

The problem of identifying the place of geographic factors in the system of tourist attraction for cultural tourism. Stated the important role of this type of tourism in tourist activity, the degree of scrutiny of issues of its development. Noted the problematic scientific justification conditioning factor activity in cultural tourism. With the help of the analytic hierarchy revealed place of geographical factors in the development of regional cross-border cultural tourism. Based on the studies conclusions about the importance of geographical factors for the development of cross-border cultural tourism. Provided special significance factor geographic location.

Да ведама аўтараў

Рэдкалегія часопіса разглядае рукапісы толькі тых артыкулаў, якія адпавядаюць навуковаму профілю выдання, нідзе не апублікаваныя і не перададзеныя ў іншыя рэдакцыі.

Матэрыялы прадстаўляюцца на беларускай ці рускай мове ў двух экзэмплярах аб'ёмам ад 0,35 да 0,5 друкаванага аркуша, у электронным варыянце – у фармаце Microsoft Word for Windows (*.doc; *.rtf) і павінны быць аформлены ў адпаведнасці з наступнымі патрабаваннямі:

- папера фармата А4 (21×29,7 см);
- палі: зверху – 2,8 см, справа, знізу, злева – 2,5 см;
- шрыфт – гарнітура Times New Roman;
- кегль – 12 pt.;
- міжрадкавы інтэрвал – адзінарны;
- двукоссе парнае «...»;
- абзац: водступ першага радка 1,25 см;
- выраўноўванне тэксту па шырыні.

Максімальныя лінейныя памеры табліц і малюнкаў не павінны перавышаць 15×23 см або 23×15 см. Усе графічныя аб'екты, якія ўваходзяць у склад аднаго малюнка, павінны быць згрупаваны паміж сабой. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СВ). Пажадана пазбягаць скарачэнняў слоў, акрамя агульнапрынятых. Спіс літаратуры павінен быць аформлены паводле Інструкцыі па афармленні дысертацыі, аўтарэферата і публікацыі па тэме дысертацыі, зацверджанай пастановай Прэзідыума Дзяржаўнага вышэйшага атэстацыйнага камітэта Рэспублікі Беларусь ад 24.12.1997 № 178 (у рэдакцыі пастановы Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь ад 22.02.2006 № 2, ад 15.08.2007 № 4). Спасылкі на крыніцы ў артыкуле нумаруюцца адпаведна парадку цытавання. Парадкавыя нумары спасыллак падаюцца ў квадратных дужках (напрыклад, [1, с. 32], [2, с. 52–54]). Не дапускаецца выкарыстанне канцавых зносаў.

Матэрыял уключае наступныя элементы па парадку:

- індэкс УДК (выраўноўванне па левым краі);
- ініцыялы і прозвішча аўтара (аўтараў) (выдзяляюцца паўтлустым шрыфтам і курсівам; выраўноўванне па левым краі);
- назва артыкула (друкуецца вялікімі літарамі без пераносаў; выраўноўванне па левым краі);
- анатацыя ў аб'ёме ад 100 да 150 слоў на мове артыкула (кегль – 10 pt.);
- звесткі аб навуковым кіраўніку (для аспірантаў і саіскальнікаў) указваюцца на першай старонцы артыкула ўнізе;
- асноўны тэкст, структураваны ў адпаведнасці з патрабаваннямі ВАК да навуковых артыкулаў, якія друкуюцца ў выданнях, уключаных у Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў (Уводзіны з пастаўленымі мэтай і задачамі; Асноўная частка, тэкст якой структуруецца падзагалоўкамі (назва раздзела «Асноўная частка» не друкуецца); Заключэнне, у якім сцісла сфармуляваны асноўныя вынікі даследавання, указана іх навізна);
- спіс літаратуры;
- рэзюмэ на англійскай мове (да 10 радкоў, кегль – 10 pt.): назва артыкула, прозвішча і ініцыялы аўтара/аўтараў, тэзісны пераказ зместу артыкула; у выпадку, калі аўтар падае матэрыял на англійскай мове, рэзюмэ – на рускай ці беларускай.

Да рукапісу артыкула абавязкова дадаюцца:

- звесткі пра аўтара на беларускай мове (прозвішча, імя, імя па бацьку поўнасьцю, вучоная ступень і званне, месца працы (вучобы) і пасада, паштовы і электронны адрасы для перапіскі і кантактныя тэлефоны);
- выписка з пратакола пасяджэння кафедры, навуковай лабараторыі ці ўстановы адукацыі, дзе працуе/вучыцца аўтар, завераная пячаткаю, з рэкамендацыяй артыкула да друку;
- рэцэнзія знешняга ў адносінах да аўтара профільнага спецыяліста з вучонай ступенню, завераная пячаткаю;
- экспертнае заключэнне (для аспірантаў і дактарантаў).

Рукапісы, аформленыя не ў адпаведнасці з выкладзенымі правіламі, рэдкалегіяй не разглядаюцца.

Аўтары нясуць адказнасць за змест прадстаўленага матэрыялу.

Карэктары *А.В. Дзябёлая, Л.М. Калілец*
Камп'ютарнае макетаванне *С.М. Мініч, Г.Ю. Пархац*

Падпісана ў друк 30.12.2015. Фармат 60×84/8. Папера афсетная.
Гарнітура Таймс. Рызаграфія. Ум. друк. арк. 12,32. Ул.-выд. арк. 9,95.

Тыраж 100 экз. Заказ № 439.

Выдавец і паліграфічнае выкананне: УА «Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А.С. Пушкіна».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў

№ 1/55 ад 14.10.2013.

ЛП № 02330/454 ад 30.12.2013.
224016, г. Брэст, вул. Міцкевіча, 28.