

# ИЗВЕСТИЯ

Гомельского государственного университета  
имени Ф. Скорины

---

№ 5(80)

*Естественные науки*

2013

# ИЗВЕСТИЯ

Гомельского государственного университета  
имени Ф. Скорины

---

Научный и производственно-практический журнал

*Выходит 6 раз в год*

*Издается с октября 1999 г.*

№ 5(80)

*Естественные науки*

2013

Учредитель – Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь  
(свидетельство о регистрации № 546 от 6 июля 2009 года)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.В. РОГАЧЕВ (главный редактор)

О.М. ДЕМИДЕНКО (зам. главного редактора)

В.В. АНДРЕЕВ, ГО ВЭНЬБИНЬ, В.Ф. БАГИНСКИЙ, Г.Г. ГОНЧАРЕНКО, А.М. ДВОРНИК, Г.М. ЕВЕЛЬКИН,  
В.М. ЛЕБЕДЕВА (ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ), С.В. ЖАВОРОНОК, В.Г. ЖОГЛО,  
Ф.В. КАДОЛ, В.Н. КАЛМЫКОВ, В.В. КИРИЧЕНКО, Г.Е. КОБРИНСКИЙ, Г.Г. ЛАЗЬКО, В.Д. ЛЕВЧУК,  
А.М. ЛИТВИН, А.В. МАКАРЕВИЧ, О.А. МАКУШНИКОВ, И.В. МАКСИМЕЙ, Н.В. МАКСИМЕНКО,  
Г.И. НАРСКИН, О.С. ОСИПОВА, А.Н. СЕРДЮКОВ, Н.В. СИЛЬЧЕНКО, Б.В. СОРВИРОВ, А.А. СТАНКЕВИЧ,  
М.И. СТАРОВОЙТОВ, В.М. ХОМИЧ, И.Ф. ШТЕЙНЕР, В.А. ЩЕПОВ, Я.С. ЯСКЕВИЧ

### *Адрес редакции:*

ул. Советская, 104, к. 2-17, 246019, Гомель

Тел. 57-37-91, e-mail: [vesti@gsu.by](mailto:vesti@gsu.by)

Интернет-адрес: <http://vesti.gsu.by>

© Известия Гомельского государственного  
университета имени Франциска Скорины, 2013

© Proceedings of the F. Scorina Gomel State University, 2013

## БИОЛОГИЯ

УДК 598.2/9

### Структура и динамика населения птиц в гнездовой период рыбхоза «Страдочь»

И.В. АБРАМОВА, В.Е. ГАЙДУК, С.И. ВАЛЬЧУК

Изучение водно-болотной орнитофауны рыбхоза «Страдочь» проводилось в апреле–августе 2007–2011 гг. Всего за период исследований выявлено 44 вида водно-болотных птиц (неворобьинообразных), общей численностью 29900 особей. Почти половина видов, обнаруженных на рыбхозе «Страдочь», включены в Красную книгу Республики Беларусь (2004). Многие виды имеют европейский охранный статус (SPEC). В работе приводятся данные по трофической, эколого-морфологической структуре орнитофауны. Оценена плотность отдельных видов.

**Ключевые слова:** рыбхоз «Страдочь», водоплавающие птицы, численность, Красная книга Беларуси (2004), Европейский Статус Охраны (SPEC), трофическая и эколого-морфологическая структура.

Based on the author's study of waterfowls (non Passeriformes) the article presents the data on the fish farm «Stradoch» in April – August in 2007–2011. On the fish farm during that period there have been registered 29 900 birds of 44 water species (non Passeriformes). More than a half of them are listed in the Red data book of Belarus (2004), many species have European Status of Preservation (SPEC). The paper contains the data on ecological and morphological as well as trophic structures of ornitofauna.

**Keywords:** fish farm “Stradoch”, waterfowls, number, Red data book of Belarus (2004), European Status of Preservation (SPEC), trophic and ecologo-morphological structure.

**Введение.** В настоящее время проблемы сохранения биоразнообразия животного мира Беларуси и других регионов являются наиболее актуальными, поэтому одним из приоритетных направлений в научных исследованиях в Республике Беларусь является «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Птицы – важнейшее звено трофических цепей в экосистемах. Результаты анализа изменения видового состава птиц в Беларуси за последние десятилетия свидетельствуют о том, что на территории нашей страны встречается 318 видов птиц, из них 72 занесены в Красную книгу Беларуси [1]. Около половины редких и исчезающих видов обитают в различных водно-болотных угодьях.

Одним из феноменов рыбхозов является повышенная плотность населения большинства видов водно-болотных птиц. При наличии корма (а зачастую при его избытке при подкормке рыб) снижена внутривидовая и межвидовая конкуренция, что позволяет обитать здесь видам, которые находятся на границе или за пределами основной части ареала и обычно обладают меньшей конкурентоспособностью по сравнению с обычными видами. К таким видам относятся: серощекая поганка (*Podiceps grisegena*), белоглазая чернеть (*Aythya nyroca*), луток (*Mergus albellus*), большой крохаль (*Mergus merganser*) и др.

Наличие хороших условий для гнездования, которые создаются зарослями камыша, рогоза, тростника, осок, относительная безлюдность и богатая кормовая база прудов обуславливают высокие показатели видового разнообразия и плотности водно-болотных птиц. Одним из факторов бурного роста численности и распространения большого баклана (*Phalacrocorax carbo*) и большой белой цапли (*Egretta alba*) явились рыбхозы с их кормовой базой и хорошей охраной этих территорий.

Впервые специальные исследования орнитофауны на рыбхозе «Страдочь» проводились В.Б. Вадковским, с мая по октябрь 1963 г. Им на территории рыбхоза было отмечено более 100 видов птиц, в статье [2] приводятся сведения о 12 видах, редких для Полесья.

Анализ литературных источников [2]–[4] и собственные исследования [5]–[11] показали, что в связи с осушением Полесья искусственные водоемы (пруды) 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 «Страдочь» находится в западной части Брестского Полесья в бассейне р. Прырва (приток р. Западный Буг) на территории Брестского района. С восточной стороны непосредственно к рыбхозу примыкает д. Дубрава, в 3 километрах юго-западнее расположена д. Медно. Рыбхоз создан в начале прошлого века (1905–1907 гг.) и является одним из старейших хозяйств подобного типа в стране. На территории рыбхоза насчитывается более 20 прудов, различных по площади, степени обводненности и сукцессионной стадии. Общая площадь прудов рыбхоза составляет 807 га.

Материал для данной работы был собран в ходе маршрутных учетов птиц. 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 [12] и аудиозаписей голосов водно-болотных птиц.

За основу подразделения водно-болотных птиц на эколого-морфологические группы и биотопического распределения птиц приняты работы польских ученых [13], [14], которые выделили четыре группы: водоплавающие, тростниковых зарослей, охотящиеся с лёту, лугово-болотные. В отличие от этой классификации в данной работе к группе водоплавающих отнесены и представители отряда гусеобразные, которых польские исследователи рассматривали в группе луговых птиц. При распределении видов по различным трофическим группам использовалась работа А. Домбровского с соавторами [15]. В зависимости от особенностей питания все изучаемые водно-болотные виды можно подразделить на 7 типов: ихтиофаги, фитофаги, энтомофаги, полифаги, хищники, гидрозоофаги, бентофаги. 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. Кузякиным [16]: доминантный (многочисленный) вид – составляющий более 10% от суммарного обилия, обычный – от 1 до 9%, редкий – менее 1%, фоновый – более 1 ос./км<sup>2</sup>.

В 2007–2011 гг. было проведено по 5 учетов. Поскольку за период исследований пруды имели различную степень обводненности, плотность птиц рассчитывалась на общую площадь, без учета степени заполненности прудов.

**Результаты и их обсуждение.** На территории рыбхоза зарегистрировано 44 вида водно-болотных птиц, в том числе 27 видов (61,4 %) гнездится, для 4 видов (9,1 %) гнездование вероятно в окрестностях рыбхоза, для 5 видов (11,4 %) гнездование вероятно; 11,4% составляют кочующие или мигрирующие виды, 6,8 % видов (черный аист, орлан-белохвост и серый журавль) отмечены вне гнездового биотопа или на местах кормежки. В популяциях некоторых видов выявлена значительная доля не размножающихся особей. Например, у лысухи в 2009 и 2010 гг. к гнездованию приступили около 70 пар, не размножающиеся особи держались в стаях от 10 до 80 птиц. Наличие холостующих птиц, по-видимому, объясняется отсутствием пригодных к гнездованию местообитаний вследствие интенсификации хозяйственной деятельности человека. Такое явление отмечено и на других рыбхозах. Так, в 2008 г. на рыбхозе «Новоселки» к гнездованию приступили лишь 27% пар лысухи [9]. На этом рыбхозе значительно сократилась площадь надводных макрофитов, что ухудшило условия гнездования лысух. На рыбхозе «Страдочь» часть особей популяций большой белой цапли, лебедя-шипуна и др. ежегодно не участвуют в размножении, так как у них половая зрелость наступает на 2–4 году жизни, в течение лета они ведут кочевой образ жизни.

Как показали учеты птиц (таблица 1), 100% встречаемость за все периоды исследований наблюдается у следующих видов: большая поганка серая цапля, кряква, красноголовый нырок и лысуха. У многих видов (серошекая поганка, малая поганка и др.) она варьировала в пределах 50–90%, у ряда видов (черношейная поганка, малая выпь, скопа и др.) – не превышала 30% (17,6–28,0%).

Таблица 1 – Встречаемость (F), участие (L), плотность (P), биомасса (B), характер пребывания (E) и размножение водно-болотных птиц рыбхоза «Страдочь»

Вид <sup>1</sup>	F,%	L,%	P,%	B,%	E <sup>2</sup>	Гнездование	
						n (пар)	P (пар/км <sup>2</sup> )
Серощекая поганка* <i>Podiceps griseigena</i>	72,0	2,07	2,74	1,90	1	7–13	0,9–1,6
Малая поганка <i>Tachybaptus ruficollis</i>	69,6	1,70	2,33	0,65	1	11–15	1,4–1,8
Чёрношейная поганка <i>Podiceps nigricollis</i>	27,2	0,20	0,26	0,07	–	–	–
Большая поганка <i>Podiceps cristatus</i>	100,0	3,00	4,11	4,52	1	15–22	1,9–2,7
Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i>	72,0	0,63	0,87	2,04	1	5–8	0,62–0,99
Большая выпь* <i>Botaurus stellaris</i>	72,5	1,00	1,37	1,26	1	4–7	0,05–0,9
Малая выпь* <i>Ixobrychus minutus</i>	28,0	0,18	0,25	0,04	3	–	–
Большая белая цапля* <i>Egretta alba</i>	77,6	0,81	1,12	1,57	1	4–6	0,5–0,7
Серая цапля <i>Ardea cinerea</i>	100,0	4,04	5,53	8,07	1	18–30	2,3–3,7
Чёрный анст* <i>Ciconia nigra</i>	56,8	0,24	0,33	0,99	2	2–3	0,3–0,4
Лебедь-шипун <i>Cygnus olor</i>	79,2	0,50	0,66	5,18	1	2–4	0,3–0,5
Лебедь-кликун <i>Cygnus cygnus</i>	34,4	0,08	0,11	0,91	5	–	–
Серый гусь <i>Anser anser</i>	75,2	1,59	2,18	8,39	1	3–9	0,4–1,4
Серая утка <i>Anas strepera</i>	72,0	1,29	1,64	1,03	1	5–8	0,6–1,0
Чирок-свистунок <i>Anas crecca</i>	69,6	1,56	2,13	0,69	1	6–13	0,7–1,6
Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	100,0	19,4	25,0	27,5	1	80–110	9,9–13,6
Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i>	68,8	1,00	1,34	0,42	1	4–6	0,5–0,7
Широконоска <i>Anas chryseata</i>	56,8	0,24	0,33	0,18	3	–	–
Красноголовый нырок <i>Aythya ferina</i>	100,0	5,14	7,04	0,40	1	24–40	3,0–4,9
Белоглазый нырок* <i>Aythya nyroca</i>	40,8	0,30	0,41	0,19	3	–	–
Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i>	84,1	4,24	5,80	3,94	1	15–28	1,9–3,5
Обыкновенный гоголь <i>Vicperhala clangula</i>	80,8	0,76	1,04	0,83	1	3–5	0,4–0,6
Скопа* <i>Pandion haliaetus</i>	27,2	0,02	0,35	0,56	2	–	–
Орлан-белохвост* <i>Haliaeetus albicilla</i>	37,6	0,12	0,17	0,76	2	–	–
Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i>	79,2	1,26	1,46	0,83	1	4–7	0,5–0,9
Водяной пастушок <i>Rallus aquaticus</i>	48,8	0,14	0,19	0,04	3	–	–
Погоныш <i>Porzana porzana</i>	24,6	0,02	0,35	0,26	2	–	–
Малый погоныш* <i>Porzana parva</i>	58,4	0,49	0,67	0,04	3	–	–

Окончание таблицы 1

Вид <sup>1</sup>	F,%	L,%	P,%	B,%	E <sup>2</sup>	Гнездование	
						n (пар)	P (пар/км <sup>2</sup> )
Камышница <i>Gallinula chloropus</i>	70,4	0,41	0,56	0,16	1	4–6	0,5–0,7
Лысуха <i>Fulica atra</i>	100,0	31,4	44,36	36,81	1	160–200	19,8–24,8
Серый журавль* <i>Grus grus</i>	56,0	0,25	0,34	1,70	1	1–2	0,1–0,2
Малый зуёк <i>Charadrius dubius</i>	79,2	1,63	2,23	0,83	1	8–10	1,0–1,2
Бекас <i>Gallinago gallinago</i>	47,2	0,60	0,82	0,09	1	4–6	0,5–0,7
Травник <i>Tringa totanus</i>	36,0	0,15	0,20	0,02	2	–	–
Фифи <i>Tringa glareola</i>	47,2	0,23	0,30	0,02	4	–	–
Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	92,0	8,11	11,10	3,44	1	30–50	3,7–6,2
Сизая чайка* <i>Larus canus</i>	48,8	0,14	0,19	0,08	4	–	–
Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	39,2	0,12	0,16	0,18	4	–	–
Чайка-хохотунья <i>Larus cachinnans</i>	38,4	0,11	0,15	0,14	4	–	–
Речная крачка <i>Sterna hirundo</i>	88,8	2,82	0,48	0,27	1	15–20	1,9–2,5
Белошекая крачка* <i>Chlidonias hybridus</i>	48,0	0,16	0,22	0,02	1	2–4	0,3–0,5
Черная крачка <i>Chlidonias niger</i>	56,0	0,52	0,72	0,04	5	–	–
Белокрылая крачка <i>Chlidonias leucopterus</i>	67,2	1,26	1,72	0,12	1	4–6	0,5–0,7
Обыкновенный зимородок* <i>Alcedo atthis</i>	75,2	0,67	0,83	0,03	1	3–5	0,4–0,6

Примечание – 1) \* – виды, включенные в Красную книгу РБ;

2) E (характер пребывания птиц): 1 – гнездящиеся, 2 – гнездование предположительно в окрестностях рыбхоза; 3 – гнездование вероятно; 4 – кочующие или мигрирующие; 5 – вид наблюдался в гнездовой период.

По видовому разнообразию доминирующими отрядами являются гусеобразные и ржанкообразные, на их долю приходится 54,6% от всех видов (таблица 2). По численности особей доминируют гусеобразные (34,2% суммарного обилия) и журавлеобразные (33,7%).

Эти отряды доминируют по биомассе: суммарная биомасса птиц этих отрядов равна соответственно 49,8 кг/км<sup>2</sup> (42,5%) и 38,6 кг/км<sup>2</sup> (32,9%). Наиболее многочисленными видами (более 10% суммарного обилия) являются кряква (19,4%) и лысуха (31,4%). К фоновым видам (от 1% до 10% суммарного обилия) относятся 18 видов: серошекая, малая и большая поганки, большая выпь, серая цапля, серый гусь и др. (таблица 1). Редкими (менее 1%) являются 26 видов: малая выпь, белоглазый нырок, скопа и др. Многие из них включены в Красную книгу РБ [1], в том числе 7 видов (лебедь-шипун, обыкновенный гоголь, серая утка, черная крачка и др.) в аннотированный список, исключенных из предыдущих изданий Красной книги, а также требующих дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны. С учетом этих видов к охраняемым в нашей стране относится 47,4% водноболотных птиц рыбхоза.

На структуру населения птиц в гнездовой период оказывает влияние хозяйственная деятельность человека: колебание уровня воды в результате спуска – напуска прудов, вылов рыбы

Таблица 2 – Структура летнего населения водно-болотных птиц рыбхоза «Страдочь»  
(по средним данным за один учет)

Отряд	Таксономическая структура				Трофическая структура				Эколого-морфологическая структура					
	1	2	3	4	Группа	1	2	3	4	Группа	1	2	3	4
Потанкообразные	9,0	6,9	6,9	7,2	Ихтиофаги	20,4	15,3	16,1	19,3	Водоплавающие	45,5	74,3	81,8	95,2
Веслоногие	2,3	0,8	2,0	17,8	Фитофаги	18,2	24,4	37,9	44,6	Тростниковых зарослей	18,2	7,9	10,6	12,3
Анитообразные	11,4	6,3	9,1	10,7	Энтомофаги	27,3	5,8	28,3	3,3	Охотящиеся с лёту	24,9	15,0	5,5	6,5
Гусеобразные	27,3	34,2	42,5	49,8	Полфаги	9,1	8,5	3,3	3,8	Лугово-болотные	11,4	2,8	2,2	2,6
Соколообразные	6,8	0,3	1,6	1,8	Хищники	6,8	1,2	1,4	1,6					
Журавлеобразные	13,4	33,7	32,9	38,6	Гидрозоофаги	11,4	6,9	6,4	7,5					
Ржанкообразные	27,3	15,4	4,6	5,3	Бентофаги	6,8	37,9	31,8	37,4					
Ракшеобразные	2,3	0,6	0,3	0,03										

Примечание: 1 – доля видов от общего количества, %; 2 – доля особей в суммарном обилии, %; 3 – доля биомассы в суммарной биомассе, %; 4 – биомасса кг/1 км<sup>2</sup>

и ее подкормка, регулирование степени зарастания прудов и др. Разные виды птиц специфически реагируют на эти факторы, их реакция зависит от особенностей экологии, морфологии и питания птиц. В связи с этим для анализа и установления общих закономерностей водно-болотные птицы были подразделены на трофические и эколого-морфологические группы.

Наибольшая плотность в период гнездования характерна для водоплавающих птиц, среди которых явно доминируют лысуха и кряква, численность первого вида варьировала в пределах 160–200 пар, у второго – 80–110 пар. Плотность населения лысухи на гнездовании составляла 19,8–24,8 пар/км<sup>2</sup>, биомасса – в среднем 36,8 кг/км<sup>2</sup>. Несколько ниже эти показатели у кряквы, соответственно 9,9–13,6 пар/км<sup>2</sup> и 27,5 кг/км<sup>2</sup>. Доминирование этих видов в гнездовой период установлено для рыбхоза «Локтыши», где по данным 5 учетов, проведенных в 2003, 2008 и 2009 гг., средняя плотность кряквы составляла 15,2 пар/км<sup>2</sup>, лысухи – 9,1 пар/км<sup>2</sup> [10]. На прудах рыбхоза «Новоселки» в 2002–2008 гг. плотность населения кряквы в гнездовой период варьировала в пределах 17,1–36,9 пар/км<sup>2</sup>, лысухи – 18,2 пар/км<sup>2</sup> [9].

У ряда видов (большая поганка, серая цапля, красноголовый нырок и др.) количество гнездящихся пар на 1 км<sup>2</sup> варьировало в пределах от 5 до 50, плотность – от 1,9 до 6,2 пар/км<sup>2</sup>, биомасса – от 0,48 у речной крачки до 11,1 кг/км<sup>2</sup> у озерной чайки. У многих видов (большая выпь, серый гусь, серая утка, чирок-трескунок, обыкновенный гоголь и др.) количество гнездящихся пар на 1 км<sup>2</sup> не превышало 10, плотность составляла не более 1,24 пар/км<sup>2</sup> (таблица 1).

Водоплавающие птицы доминируют по видовому составу (45,5%), численности особей (74,3%) и биомассе (81,8%). Средняя биомасса их составляет 95,2 кг/км<sup>2</sup> (таблица 2). Лугово-болотные птицы представлены небольшим количеством видов (11,4% видового состава), имеют наименьшую долю в населении птиц (2,8% суммарного обилия) и суммарной биомассе (2,2%). Это объясняется тем, что летом все пруды рыбхоза заполнены водой, и количество пригодных для них местообитаний резко сокращается.

В трофической структуре по видовому разнообразию преобладают энтомофаги (27,3%) и ихтиофаги (20,4%). Меньше всего бентофагов, на их долю приходится 6,8 % видов (таблица 2). По населению и биомассе абсолютно доминируют бентофаги (соответственно 37,9% суммарного обилия и 31,8% суммарной биомассы) и фитофаги (соответственно 24,4 % и 37,9 %). Суммарная биомасса этих групп равна – 37,4 и 44,6 кг/км<sup>2</sup>. На долю хищников приходится 1,2% населения птиц и 1,4% суммарной биомассы. Наибольшая диспропорция по отношению числа видов к числу особей отмечена у энтомофагов и бентофагов. Так, энтомофаги характеризуются высоким видовым разнообразием (27,3 %), но малым количеством особей (5,8 %), у бентофагов наблюдается обратное соотношение, соответственно 6,8 и 37,9 %.

#### **Выводы.**

1. За период исследований на рыбхозе «Страдочь» было выявлено 44 вида водно-болотных птиц восьми отрядов общей численностью 29900 особей.

2. Гнездование установлено для 27 видов (61,4% общего количества), для 4 (9,1 %) – вероятно в окрестностях рыбхоза, для 5 (11,4 %) – вероятно; 5 видов (11,4%) относятся к кочующим или мигрирующим, 3 вида (6,8 %) отмечены летом вне гнездового биотопа или в местах кормежки.

3. Отряд гусеобразные доминирует в гнездовой период (27,3 % видов, 34,2 % суммарного обилия).

4. Водоплавающие птицы являются доминирующей эколого-морфологической группой по видовому составу (45,5% общего количества видов), населению (74,3% суммарного обилия) и биомассе (81,8% суммарной биомассы).

5. Среди трофических групп по количеству видов преобладают энтомофаги (27,3%) и ихтиофаги (20,4%), по населению и биомассе – бентофаги (37,9% суммарного обилия и 31,8% биомассы) и фитофаги (соответственно 24,4% и 37,9%).

#### **Литература**

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные / ред. кол. Л.И. Хоружик [и др.]. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, – 2004. – 320 с.

2. Вадкоўскі, В.Б. Рэдкія птушкі паўднёва-заходняга Палесся // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – Мінск, 1964. – С. 110–112.

3. Федюшин, А.В. Птицы Белоруссии / А.В. Федюшин, М.С. Долбик. – Минск : Наука и техника, – 1967. – 519 с.
4. Абрамчук, А.В. Орнитофауна рыбхоза «Страдочь» и его окрестностей / А.В. Абрамчук // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. –2001. – Т. 4, № 1. – С. 41–45.
5. Гайдук, В.Е. Редкие исчезающие водно-болотные птицы Брестского Полесья / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова, С.В. Абрамчук, А.Н. Вольнич // Антропогенная трансформация ландшафтов и проблемы сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия. Материалы II республиканской научно-практической конференции 1–2 декабря 2004 г. – Минск : БГПУ имени М.Танка, 2004. – С. 114.
6. Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2007. – 208 с.
7. Гайдук, В.Е. Биоразнообразие и мониторинг водно-болотных птиц ленточных экосистем юго-западной Беларуси / В.Е. Гайдук [и др.] // Биомониторинг природных и трансформированных экосистем : мат. Межд. научно-практ. конф. 15–16 октября 2008 г. – Брест : БрГУ, 2008. – С. 27–31.
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. Экология водно-болотной орнитофауны рыбхоза «Новоселки» / С.В. Абрамчук, В.Е. Гайдук // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2009. – № 2 (33). – С. 68–72.
10. Абрамчук, С.В. Структура и динамика населения птиц рыбхоза «Локтыши» / С.В. Абрамчук, В.Е. Гайдук // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2010. – № 2. – С. 26–32.
11. Гайдук, В.Е. Сезонные и годовые изменения водно-болотных птиц рыбхоза и водохранилища «Селец» / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова, Р.А. Ольгомец // Биологические биоритмы : Сб. мат. Межд. научно-практ. конф. 11–12 октября 2012 г., Брест, редкол.: Гайдук В.Е. (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2012. – С. 60–64.
12. Птушкі Еўропы / пад рэд. М.Е. Нікіфарова. – Варшава : Навук. выдавецтва ПВН, 2000. – 540 с.
13. Dobrowolski, K.A. Structure of the occurrence of waterfowl types and morpho-ecological forms / K.A. Dobrowolski // Ecol. Pol. – A 17. – 1969. – S. 29–72.
14. Jakubiec, Z. Zroznicowanie morfologiczno-ekologiczne ptakow wodno-blotnych / Z. Jakubiec // Wiad. Ekol. - 1978. – 24 – S. 99–107.
15. Dombrowski A., Zgrupowania ptakow wodno-blotnych na stawach rybnych niziny Mazowieckiej w okresie polegowych koczowan / A. Dombrowski, S. Chmielewski, Z. Kasprzykowski, M. Rzepala, A. Wereszczynska // Kulon 8 (2003), 1. – S 47–62.
16. Кузякин, А.П. Зоогеография СССР /А.П. Кузякин / Учен. Зап. Моск. обл. пед. ин-та. им. Н.К. Крупской. – 1962. – Т. 109. – С. 3–182.

## Оценка химических показателей продовольственной безопасности картофеля на загрязненных радионуклидами землях

Т.В. АРАСТОВИЧ

После чернобыльской катастрофы для получения сельскохозяйственной продукции с допустимыми уровнями содержания радионуклидов проводятся защитные агрохимические мероприятия, которые оказывают влияние на показатели токсикологической безопасности и качества продукции. Целью работы является оценка некоторых показателей безопасности и качества картофеля в зоне радиоактивного загрязнения. В статье представлены литературные данные о влиянии удобрений на показатели безопасности картофеля. В результате мониторинга в сельскохозяйственных организациях и личных подсобных хозяйствах Хойникского и Брагинского районов установлено, что в значительном количестве исследованных проб картофеля (60%) превышен допустимый уровень содержания нитратов. Удельная активность цезия-137 в картофеле  $2 \pm 1$  Бк/кг значительно ниже допустимого уровня. Наблюдаются превышения содержания стронция-90 в 20% исследованных проб. Свинец и кадмий обнаружены в картофеле в количествах, не превышающих допустимые уровни. Отмечены относительно высокие концентрации микроэлементов: железа ( $15,5 \pm 3,7$  мг/кг) и марганца ( $1,9 \pm 0,6$  мг/кг), низкие – цинка ( $1,8 \pm 0,8$  мг/кг), кобальта ( $0,009 \pm 0,004$  мг/кг) и меди ( $0,7 \pm 0,3$  мг/кг) – соответствующие справочным данным для картофеля.

**Ключевые слова:** картофель, нитраты, радионуклиды, токсичные элементы, микроэлементы.

After Chernobyl catastrophe for growing agricultural products with admissible levels of radionuclides some protective agrochemical measures have been exercised. These methods influence the indicators of toxicological safety and quality of the products. The objective of this paper is to estimate some indicators of safety and quality of the potato in a zone of radioactive contamination. The article presents the literary data on the influence of fertilizers on indicators of safety of the potato. In the result of monitoring in the agricultural organisations and personal farms in Hoiniki and Bragin regions it is established that in a significant amount of the investigated tests of the potato (60%) the admissible level of nitrates is exceeded. Specific activity of caesium-137 in the potato  $2 \pm 1$  Bk/kg is considerably below the admissible level. Moreover, there is observed the excess of strontium-90 in 20% of the investigated tests. The quantities of lead and cadmium found in the potato do not exceed the admissible levels. Rather high concentration of microelements are noted: iron ( $15,5 \pm 3,7$  mg/kg) and manganese ( $1,9 \pm 0,6$  mg/kg), low concentration – zinc ( $1,8 \pm 0,8$  mg/kg), cobalt ( $0,009 \pm 0,004$  mg/kg) and copper ( $0,7 \pm 0,3$  mg/kg), which corresponds the reference data on the potato.

**Keywords:** potato, nitrates, radionuclide, toxic elements, microelements.

**Введение.** После чернобыльской катастрофы для получения сельскохозяйственной продукции с допустимыми уровнями содержания радионуклидов проводились защитные агрохимические мероприятия: известкование кислых почв, применение органических, повышенных доз калийных и фосфорных удобрений, ограниченных доз азотных удобрений, микроудобрений. Увеличение концентрации обменных катионов в почве приводит к повышению биомассы растений за счет оптимального минерального питания и к уменьшению подвижности радионуклидов. Известкование оказывает многостороннее влияние на улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв, обеспечение растений кальцием и магнием, что обеспечивает получение экологически безопасной продукции [1]. В то же время высокие дозы извести и удобрений приводят к обеднению урожая микроэлементами. Повышенные дозы фосфора снижают доступность растениям цинка, азота – меди и молибдена. Под влиянием карбонатов содержание марганца, меди, цинка в растениях может уменьшиться, что оказывает негативное влияние на качество урожая [2].

Наибольшую опасность для здоровья человека в картофеле при повышенном загрязнении представляют нитраты, токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий и ртуть), радионуклиды, микотоксины и пестициды. Допустимые уровни этих показателей определены в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Гигиенические требования к качеству и безопасности

продовольственного сырья и пищевых продуктов» [3] и в РДУ-99 [4]. Обязательным является контроль показателей безопасности растениеводческой продукции для реализации [5], в то время как большинство населения не проводит проверку овощей и картофеля, произведенных для собственного потребления. Требуется комплексная оценка показателей безопасности и качества урожая при ведении растениеводства в условиях радиоактивного загрязнения.

Исследования выполнены в 2011 году в РНИУП «Институт радиологии» МЧС РБ в рамках темы «Оценить качество товарной продукции и кормов, возделываемых на территориях, загрязненных радионуклидами, с учетом проведенных защитных агрохимических мероприятий» направления «Научное обеспечение мероприятий Государственной программы и совершенствование информационной работы» Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года.

Цель исследований – оценить некоторые показатели безопасности (содержание нитратов, цезия-137 и стронция-90, свинца, кадмия) и качества (содержание меди, цинка, марганца, кобальта, молибдена, железа) картофеля, произведенного в зоне радиоактивного загрязнения.

**Материал и методика исследований.** Сопряженные пробы дерново-подзолистых супесчаных почв и растений были отобраны в 2011 году на землях сельскохозяйственных организаций и в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) в населенных пунктах Бурки, Ковали, Микуличи Брагинского района, КСУП «Им. Жукова», Судково КСУП «Судково», и РСУП ЭБ «Стреличево» Хойникского района. С каждой пробной площадки (1 м<sup>2</sup>) отбиралась растительная проба и проба верхнего (0-20 см) горизонта почвы пробоотборником диаметром 35 мм.

Анализ проб почв и картофеля на содержание показателей плодородия и безопасности выполнен в лаборатории массовых анализов (аттестат аккредитации ВУ / 112 02.1.0.0938 от 30 ноября 2004 года). Были получены данные показателей плодородия почв, микроэлементов (МЭ) и токсичных элементов (ТЭ), содержания цезия-137 и стронция-90 в почве и картофеле, нитратов в картофеле. Определение удельной активности <sup>137</sup>Cs в почвах и растениях выполнено на гамма-спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard»; <sup>90</sup>Sr – по МВИ. МН 1932-2003 «Методика радиохимического определения УА <sup>90</sup>Sr в почвах и растениях без разделения в системе стронций-кальций» с погрешностью не более 20%. Основные агрохимические характеристики почв определены по общепринятым методикам: рН<sub>KCl</sub> – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85), подвижный фосфор и калий – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменный кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (ГОСТ 26487-85), анализ на содержание МЭ и ТЭ – согласно «Методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства», ЦИНАО, 1992. При расчете значений параметров перехода радионуклидов из почвы в растения КП (Бк/кг раст./кБк/м<sup>2</sup> почва) использовались данные удельной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в сопряженных пробах почв и картофеля. Показатели почв и содержание в них радионуклидов, МЭ и ТЭ оценивались в соответствии с [6], [7], [8], показатели безопасности и качества картофеля – по [3], [4], [9].

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Влияние агрохимических мероприятий на показатели безопасности картофеля.* В комплексе факторов формирования урожая и показателей его безопасности решающее значение имеет сбалансированное питание растений. В длительных опытах на различных типах почв проводились исследования этих факторов при систематическом применении возрастающих доз удобрений. Так, на дерново-подзолистой почве внесение высокой дозы минеральных удобрений N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> под картофель на фоне 60 т/га навоза приводило к незначительному повышению урожая, но ухудшало качество клубней: снижалось содержание в клубнях крахмала, повышалось содержание белка и нитратного азота. Избыточные дозы азотных удобрений приводят к накоплению нитратов, снижению содержания сахаров и витаминов в продукции [10], [11]. Это подтверждают данные исследований по изменению плодородия почвы под влиянием удобрений в течение 11 ротаций севооборота с чередованием культур (томат, капуста, морковь, картофель, огурец) [12].

Информация о влиянии длительного последствия высоких доз удобрений, известкования на подвижность МЭ и ТЭ в почвах ограничена. Длительное применение минеральных и органических удобрений не приводило к увеличению их содержания в почве.

Кадмий, свинец, молибден, кобальт находились в почве в количествах ниже предельно-допустимых концентраций (ПДК), однако наблюдалась тенденция увеличения хрома и снижение содержания цинка, меди и никеля в почве за 30 летний период наблюдений [12].

Для нейтрализации ТЭ фосфорные удобрения вносятся в больших количествах, что необходимо для обеспечения планируемой урожайности. Кроме того, внесение минеральных, в том числе и фосфорных, удобрений ведет к созданию оптимального состояния растений, увеличению их сопротивляемости неблагоприятным факторам внешней среды и снижению токсического действия тяжелых металлов на растительные организмы [9]. Установлено, что при одностороннем внесении возрастающих доз фосфора в первую очередь происходило уменьшение содержания железа и цинка, увеличение содержания марганца в растениях. В то же время взаимодействие железа, цинка, меди и фосфора неустойчиво и связано с уровнем содержания калия [13]. На фоне азотных удобрений агроэкологическая оценка действия фосфорных удобрений по элементному составу растений более благоприятная, что связано с положительным влиянием азотных удобрений на эффективное плодородие исследуемой почвы. При одностороннем внесении азотных удобрений происходят изменения в балансе отдельных элементов: для кремния, цинка, никеля, свинца, магния, калия, железа, меди, мышьяка наблюдается слабое нарушение баланса; фосфора – сильное нарушение в сторону дефицита; хлора, марганца, кальция – сильное нарушение баланса в сторону обострения избытка. Более благоприятно действует на баланс элементов одинарная доза азота. Под влиянием азотных удобрений устраняется антагонизм баланса марганца и железа, кремния, но одновременно с этим усиливается дефицит фосфора [14].

При оптимальных значениях реакции почвенной среды отмечается минимальное поступление радионуклидов в растения, поэтому в зоне радиоактивного загрязнения основная цель известкования – это нейтрализация кислотности почвы и насыщение поглощающего комплекса кальцием и магнием. Установлено, что после внесения известковых удобрений в оптимальных дозах содержание цезия-137 и стронция-90 в растениях снижалось примерно в 1,5–2,5 раза, в отдельных случаях до 3 раз [1], [15]–[17]. Реакция почвы – важнейший фактор, определяющий токсичность тяжелых металлов и их накопление в растениеводческой продукции. При известковании они выпадают из почвенного раствора в осадок в виде гидроксидов, карбонатов, фосфатов, уменьшается подвижность кадмия, цинка, меди и др. Кроме того, ион кальция является антагонистом многих металлов и снижает их поступление в растения [18], [19]. В опыте с длительным последствием известки изучалось содержание в почве и растениях МЭ и ТЭ. Внесение высоких доз известки приводило к снижению содержания в почве подвижных форм марганца и накопления их растениями. Менее значимым было влияние известки на содержание в почве и растениях меди и цинка [14]. Сопоставление содержания кадмия, цинка и меди в клубнях картофеля при загрязнении почвы этими элементами показало, что при величине  $pH_{KCl}$  5,7–6,1, по мере роста уровня загрязнения почвы до высокого, содержание этих элементов в клубнях увеличивалось. При слабощелочной реакции среды ( $pH_{HCl}$  7,3–7,7) даже на сильнозагрязненных почвах содержание кадмия, цинка и меди в растениях соответствовало показателям картофеля, выращенного на почвах с низким уровнем содержания этих элементов в почве [20].

Результаты анализа основных показателей плодородия почв свидетельствуют о высокой степени окультуренности исследованных почв организаций и ЛПХ (таблица 1). Средние значения основных показателей плодородия превышают оптимальные, однако при близкой реакции почвы  $pH_{KCl}$  6,3±0,7, содержание подвижного калия и фосфора, обменного кальция и магния, гумуса в почвах ЛПХ выше. Кальций-магниевое и калий-фосфорное отношения в ЛПХ и организациях близки и составляют 4,3±1,1 и 0,7±0,2 и ниже оптимальных, 8,0–8,8 и 0,9–1,0, соответственно.

Плотности загрязнения почв радионуклидами входят в градацию 5–10 Ки/км<sup>2</sup> (цезий 137) и 0,5–1,0 Ки/км<sup>2</sup> (стронций-90). Содержание меди и цинка в почвах ЛПХ превышает их содержание в почвах организаций, где оно входит в градацию средней обеспеченности. Причем, содержание меди близко к ПДК или превышает его. Содержание марганца избыточное, а кобальта – низкое и среднее. ТЭ свинец и кадмий присутствуют в почвах на фоновом уровне.

Таблица 1 – Показатели плодородия, содержание МЭ и ТЭ в исследованных почвах

Показатели почвы	Оптимальные показатели почвы (градации, ПДК)	Организации (N=35)	ЛПХ (N=40)
pH <sub>KCl</sub> , ед.	5,2–6,6	6,2±0,7	6,3±0,7
Подвижный калий, мг/кг	170–250	342±108	562±174
Подвижный фосфор, мг/кг	200–250	573±293	1046±513
Калий: фосфор	0,9–1,0	0,7±0,2	0,6±0,2
Обменный кальций, мг/кг	801–1200	637±135	1017±455
Обменный магний, мг/кг	91–150	152±47	221±80
Кальций: магний	8,0–8,8	4,7±1,5	4,7±1,4
Гумус, %	2,0–2,5	1,9±0,5	3,6±1,1
Медь, мг/кг	Средняя 1,6–3,0 Высокая 3,1–5,0 Избыточная > 5,0 ПДК 3,0	2,8±1,3	3,9±1,8
Цинк, мг/кг	Средняя 3,1–5,0 Высокая 5,1–10,0 Избыточная > 10,0 ПДК 23,0	2,8±0,9	6,6±3,3
Марганец, мг/кг	Высокая 6,1–10,0 Избыточная > 10,0	85,7±10,6	113,8±28,3
Железо, мг/кг	–	210,5±62,8	222,5±56,3
Кобальт, мг/кг	Низкая < 1,0 Средняя 1,1–2,5	1,1±0,4	1,0±0,3
Кадмий, мг/кг	Кларк 0,03 и < ПДК 0,5	0,014±0,03	0,015±0,03
Свинец, мг/кг	Кларк 3,0 и < ПДК 40 (валовое)	1,3±0,4	1,2±0,7
Цезий-137, кБк/м <sup>2</sup> (Ки/км <sup>2</sup> )	37–185 (5–10)	192±68 (5±2)	224±82 (6±2)
Стронций-90, кБк/м <sup>2</sup> (Ки/км <sup>2</sup> )	18,5–37 (0,5–1,0)	20±7 (0,5±0,2)	31±12 (0,8±0,3)

*Нитраты в продукции растениеводства.* Нитраты широко распространены в природе и являются нормальными метаболитами любого живого организма. Когда питание растений разбалансировано по азоту, калию, фосфору, МЭ, растениям не хватает влаги и света, они аккумулируют большое количество нитратов. Все опасные последствия для человека вызывают нитриты, образующиеся из нитратов воды и пищи при хранении, кулинарной обработке и в пищеварительном тракте человека под действием разнообразных микроорганизмов, в том числе и необходимых для человека. Нитриты, взаимодействуя с гемоглобином, образуют метгемоглобин, не способный переносить кислород. Нитриты, соединяясь в желудочно-кишечном тракте с аминами и амидами, образуют нитрозосоединения, способные за 20–25 лет постоянного воздействия вызвать рак желудка. Нитрозамины токсичны и канцерогенны в присутствии дополнительных ферментных систем, которые всегда имеются в организме теплокровных, а нитрозамины проявляют эти свойства даже без дополнительной метаболизации и поражают в первую очередь кроветворную, лимфоидную, пищеварительную системы. Нитрозамины на ранних стадиях отравления подавляют иммунитет. Нитрозосоединения обладают мутагенной активностью [21].

Установлено, что при нормативных значениях содержания нитратов для картофеля позднего – 150 мг/кг натурального вещества, в значительном количестве проб картофеля в организациях и ЛПХ превышен допустимый уровень. Известно, что на плодородных почвах растения накапливают много нитратов и без внесения азотных удобрений [1].

Вариабельность значений содержания нитратов наблюдается в интервале 65–343 мг/кг картофеля (рисунок 1). В 60% исследованных проб (25, в том числе 16 – в ЛПХ) картофеля содержание нитратов превышает допустимый уровень. Доля проб с превышением норматива в ЛПХ и организациях составляет 33% и 25%, соответственно.

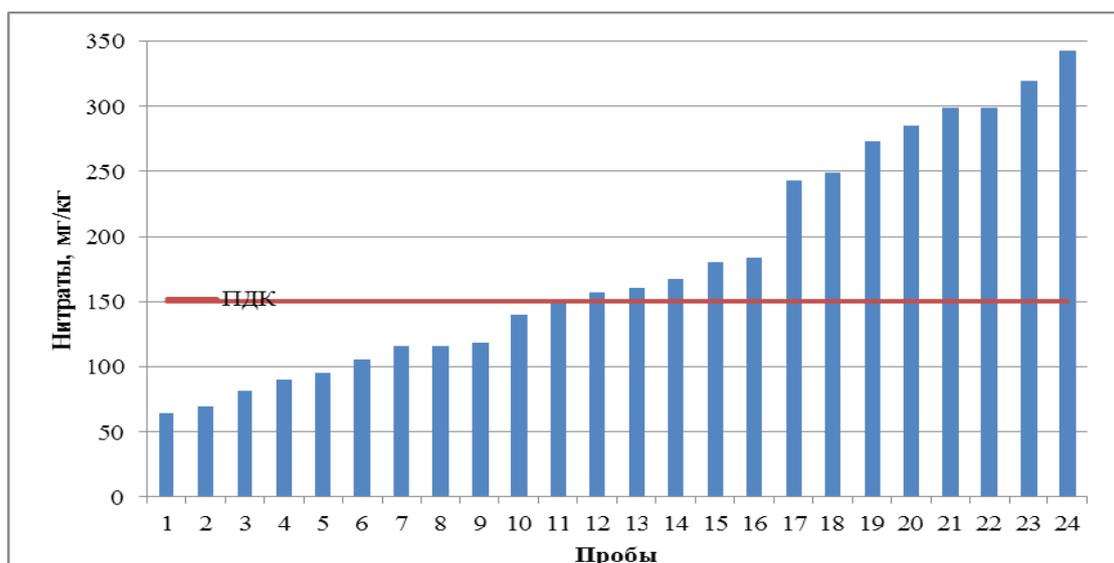


Рисунок 1 – Средние значения содержания нитратов в картофеле

*Радионуклиды.* Первичное действие ионизирующих излучений – это прямое попадание в биологические молекулярные структуры клеток и в жидкие среды организма. Вторичное – действие свободных радикалов, возникающих в результате ионизации, создаваемой излучением в жидких средах организма и клеток. Свободные радикалы вызывают разрушения целостности цепочек макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), что может привести как к массовой гибели клеток, так и канцерогенезу и мутагенезу. Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся эпителиальные, стволовые, эмбриональные клетки [22].

Удельная активность цезия-137 в картофеле составляет  $2 \pm 1$  Бк/кг, а максимальное значение – 6 Бк/кг, что значительно ниже допустимого уровня 80 Бк/кг. Значения КП цезия-137 для картофеля, варьирующие от 0,002 до 0,095, свидетельствуют об отсутствии риска получения картофеля с превышением допустимых уровней на минеральных почвах, где разрешено ведение сельскохозяйственного производства (до 40 Ки/км<sup>2</sup> цезия-137).

Превышение допустимого уровня (3,7 Бк/кг) содержания стронция-90 в картофеле для продовольственных целей до 7 Бк/кг наблюдается в 20% исследованных проб (рисунок 2). По результатам исследований значения КП стронция-90 для картофеля составляют 0,04–0,49.

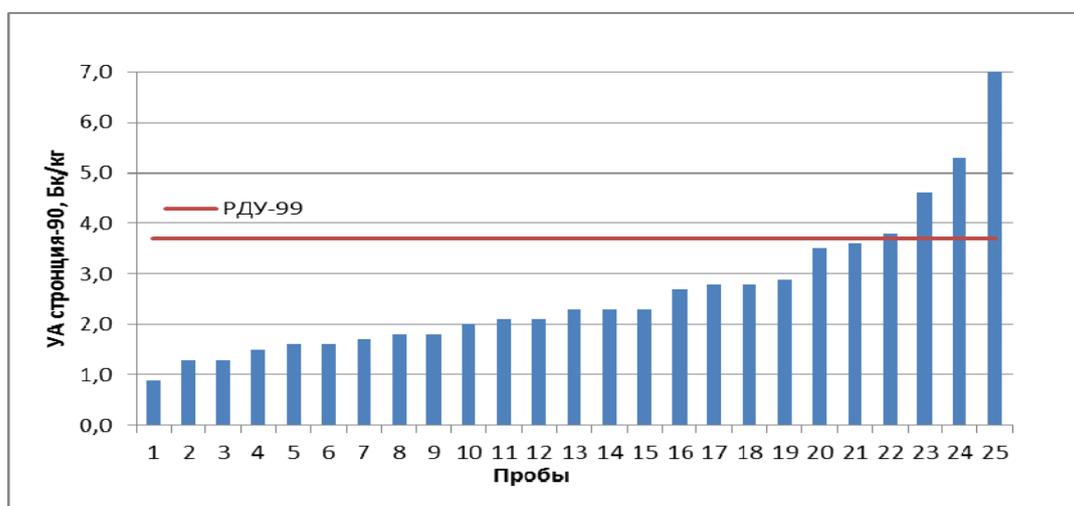


Рисунок 2 – Средние значения удельной активности (УА) стронция-90 в картофеле

При таких параметрах существует риск производства картофеля с превышением допустимого уровня содержания радионуклидов на минеральных почвах с плотностью загрязнения стронцием 0,20 и более Ки/км<sup>2</sup>.

**Микроэлементы и токсичные элементы.** Результатом токсического воздействия тяжелых металлов на организм является нарушение функционирования ряда его жизненно важных систем и инициирование нежелательных процессов. Свинец способен к замещению цинка в составе фермента, ингибируя таким образом синтез гема, важного компонента гемоглобина. ТЭ могут воздействовать на структуру и функции многих клеточных органелл, ингибировать работу дыхательных ферментов в митохондриях. Кадмий и ртуть являются основными нефротоксикантами, они могут вызвать дисфункцию мужских и женских репродуктивных органов посредством воздействия на нейроэндокринную и гормональную системы, нарушения в работе нервной системы. Некоторые элементы (мышьяк, хром, никель, возможно, кадмий и др.) способны инициировать развитие раковых опухолей.

Содержание *кадмия* в картофеле составляет  $0,004 \pm 0,002$  мг/кг натурального вещества, максимальное значение –  $0,009$  мг/кг, что в 3 раза ниже ПДК ( $0,03$  мг/кг) для этого ТЭ.

*Свинец* присутствует в пробах картофеля в концентрации  $0,03 \pm 0,01$  мг/кг, а максимальное значение элемента в пробах в 10 раз ниже норматива ( $0,5$  мг/кг) –  $0,05$  мг/кг.

Отмечены относительно высокие концентрации *железа* в картофеле:  $15,5 \pm 3,7$  мг/кг в сравнении со справочными данными –  $9,9$  мг/кг. Содержание *марганца*  $1,9 \pm 0,6$  мг/кг также выше табличных данных  $1,0$  мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание МЭ в картофеле организаций и ЛПХ, мг/кг натурального вещества

Микроэлемент	Цинк	Медь	Марганец	Кобальт
Организации (N=25)	$1,9 \pm 1,2$	$0,7 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,6$	$0,010 \pm 0,001$
ЛПХ (N=25)	$1,8 \pm 0,4$	$0,7 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,5$	$0,009 \pm 0,005$
Справочные данные	7,0	0,8	1,0	0,010

Полученные данные согласуются с ранее установленными закономерностями об увеличении содержания марганца в растениях вследствие внесения высоких доз фосфорных и азотных удобрений [13].

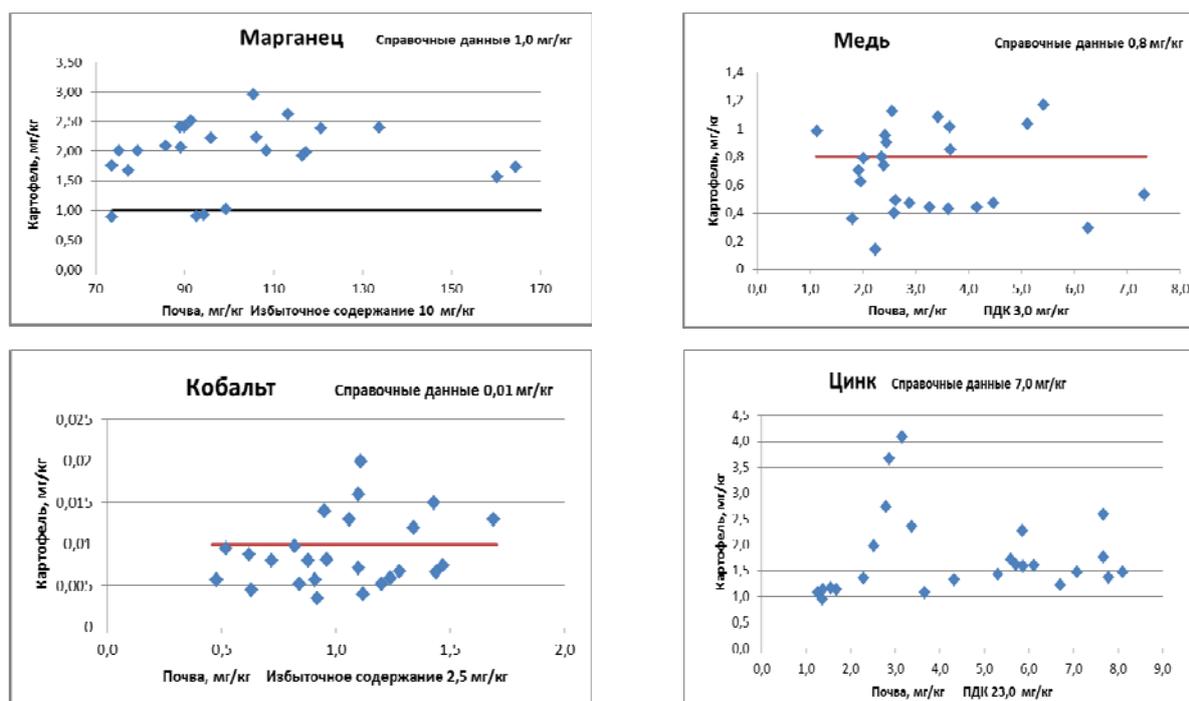


Рисунок 3 – Содержание микроэлементов в почвах и картофеле

Средние значения содержания в картофеле *цинка*  $1,8 \pm 0,8$  мг/кг – ниже (7,0 мг/кг), *кобальта*  $0,009 \pm 0,004$  мг/кг и *меди*  $0,7 \pm 0,3$  мг/кг соответствуют справочным данным 0,01 мг/кг и 0,8 мг/кг, соответственно. На рисунке 3 показано распределение показателей содержания микроэлементов в картофеле в зависимости от обеспеченности почв микроэлементами.

Таким образом, в картофеле в большей степени проявляется дефицит цинка. Несмотря на более высокое содержание подвижных форм меди, цинка, марганца в почвах ЛПХ, не выявлено достоверных различий в содержании МЭ в картофеле ЛПХ и организаций

#### **Заключение.**

1. В результате мониторинга плодородия загрязненных радионуклидами минеральных пахотных почв Хойникского и Брагинского районов установлено, что средние значения основных показателей плодородия превышают оптимальные. Содержание подвижного калия и фосфора, обменного кальция и магния, гумуса в почвах ЛПХ выше, чем в организациях при близких значениях реакции почв, которые превышают оптимальные. ТЭ свинец и кадмий присутствуют в почвах на фоновом уровне. Содержание цинка, меди, марганца более высокое в почвах ЛПХ, чем организаций, причем, меди – близко к ПДК или превышает ее.

2. В значительном количестве исследованных проб картофеля (60%) превышен допустимый уровень содержания нитратов. Удельная активность цезия-137 в картофеле значительно ниже допустимого уровня. Наблюдаются превышения содержания стронция-90 в 20% исследованных проб картофеля. Свинец и кадмий обнаружены в картофеле в количествах, не превышающих ПДК. Отмечены относительно высокие концентрации железа и марганца, низкие – цинка, кобальта и меди – соответствующие справочным данным для картофеля.

#### **Литература**

1. Агрохимия / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, В.А. Ионас [и др.] – Минск : Ураджай, 1995. – 480 с.
2. Овчаренко, М.М. Влияние известкования и кислотности почвы на поступление в растения тяжелых металлов / М.М. Овчаренко, И.А. Шильникова, Д.К. Полякова [и др.] // Агрохимия. – 1996. – № 1. – С. 74–84.
3. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде. Гигиенические нормативы. ГН 10-117-99 (РДУ-99).
4. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» Постановление МЗ РБ от 09 июня 2009 № 63.
5. Закон Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» от 29 июня 2003 года. – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 21.07.2003. – № 79.
6. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. Методические указания / под ред. И.М. Богдевича // НИРУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», Межд. ин-т калия. – Минск : НИРУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», 2006. – 64 с.
7. Гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) подвижных форм хрома, цинка, кадмия в почвах (землях) различных функциональных зон населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения» Постановление МЗ РБ от 06 ноября 2008 № 187
8. Нормативы предельно допустимых концентраций подвижных форм никеля, меди и валового содержания свинца в землях (включая почвы), расположенных в границах населенных пунктов, для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населенных пунктов. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 19 ноября 2009 г. № 125.
9. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т экономики; Центр аграрной экономики; под ред. В.Г. Гусакова; сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов. – Минск : Бел. наука, 2006. – 709 с.
10. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

11. Назарюк, В.М. Качество овощей в связи с применением высоких доз азотных удобрений / В.М. Назарюк // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1988. – № 11. – С. 61–68.
12. Беляков, М.А. Влияние длительного систематического применения удобрений на изменение качества продукции овощей и картофеля и содержания токсинов в почве / М.А. Беляков, Т.М. Столбова, О.М. Путинцева // Межд. научно-практ. конф. : сб. ст. : [в 3 кн.]. Кн.1 / Мин. сельского хозяйства РФ, Гл. упр. сельского хозяйства Алтайского края, Федеральное гос. бюджет. образоват. учрежд. высш. профес. образ. «Алтайский государственный аграрный университет». – Барнаул : [Изд-во АГАУ], 2010. – С. 451–454.
13. Ельников, И.И. Агроэкологическая оценка действия фосфорных удобрений по содержанию и соотношению элементов в листьях кукурузы / И.И. Ельников, А.Н. Кочетов // Агрохимия. – 1992. – № 12. – С. 16–26.
14. Иванова, Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей / Т.И. Иванова. – М. : Агропромиздат, 1989. – С. 94–116.
15. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2003–2005 г.г. / под редакцией И.М. Богдевича // Минск : Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ, Комитет по проблемам Чернобыльской катастрофы при СМ РБ, 2003–72 с.
16. Путятин, Ю.В. Влияние калийных удобрений и кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы на урожайность и накопление цезия-137 и стронция-90 зерновыми культурами / Ю.В. Путятин, Т.М. Серая, И.А. Добровольская // Агрохимия. – 2005. – №7. – С. 59–65.
17. Кузнецов, В.К. Влияние фосфорных удобрений на накопление <sup>137</sup>Cs сельскохозяйственными культурами / В.К. Кузнецов, Н.И. Санжарова, Р.М. Алексахин, В.С. Анисимов, О.Б. Абрамова // Агрохимия. – 2001. – № 9. – С. 47–53.
18. Потатуева, Ю.А. Влияние длительного последствия известкования на агрохимические свойства почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур и содержание микроэлементов, тяжелых металлов, токсичных элементов в почве и растениях / Ю.А. Потатуева, В.Г. Игнатов // Агрохимия. – 2011. – № 3. – С. 63–71.
19. Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С.Е. Головатый. – Минск : РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2002. – 239 с.
20. Опопель, Н.И. Об особенностях токсического воздействия нитратов, содержащихся в растительных продуктах / Н.И. Опопель // Вопросы питания. – 1991. – №6. – С. 15–20.
21. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон. – М. : Высшая школа, 2004. – 549 с.
22. Титова, В.И. Экотоксикология тяжелых металлов: Учебное пособие / В.И. Титова, М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова. – Н. Новгород : НГСХА, 2001. – 135 с.

УДК 582.475:551.583 (476.2+476.7)

## Прогноз динамики запасов нормальных сосновых древостоев в основных типах леса Белорусского Полесья в связи с изменением климата

В.Ф. БАГИНСКИЙ

На материале «Банка данных “Лесной фонд”» для трех модельных лесхозов и 77 пробных площадей рассчитаны запасы сосновых древостоев, которые будут иметь эти насаждения к 2030 году при прогнозируемых изменениях климата. Установлено, что существенного отличия в запасах сосновых древостоев от имеющихся в настоящее время мы не обнаружим. Исключением является сосняк вересковый, где резкое уменьшение количества осадков приводит к снижению класса бонитета и наличных запасов на 5–7%.

**Ключевые слова:** запас насаждения, Белорусское Полесье, динамика древостоев, климат, тип леса.

Based on the material from the data bank “Forest Fund” for the three model forestry sectors and 77 test areas there are calculated the reserves of pine stands which will possess the planting by the year of 2030 in relation to forecast climate change. The significant differences in the reserve of pine stands of the currently available are not detected. The exception is the pine heath, where a sharp drop in rainfall leads to lower quality class, which will reduce productivity by 5–7%.

**Keywords:** planting reserve, Belarusian Polesye, dynamics of forest stands, climate, wood type

**Введение.** Динамика сосновых древостоев на территории Беларуси изучается давно [1]–[10]. Исследования проводились в основном на бонитетной основе для всей территории страны [3], [4], [10]. Группировка исходного материала по классам бонитета требуется при использовании таблиц хода роста для целей лесоинвентаризации [7], [10]. Применение таблиц хода роста для организации хозяйства предполагает их разработку на типологической основе [1], [3], [8], [10], [11].

Таблицы хода роста по типам леса для насаждений сосны разрабатывались В.Е. Ермаковым [1], а также сотрудниками Института экспериментальной ботаники [12]. Эти таблицы также распространены на всю территорию страны.

В настоящее время в связи с глобальным изменением климата ожидается определенная трансформация лесных насаждений - перераспределение площадей по породам и типам леса [13], [14]. Потепление климата затронет и продуктивность древостоев. Изменения в наибольшей степени коснутся южных областей Беларуси, т.е. Белорусского Полесья [13]. Поэтому таблицы хода роста для всей территории республики, которые в полной мере отвечали запросам науки и практики, в новых условиях могут давать ошибки, и их требуется уточнить на зонально-типологической основе.

В силу изложенного, Государственной программой научных исследований предполагается изучить влияние ожидаемых характеристик климата на рост сосновых древостоев в восточной части Белорусского Полесья. Частью этой работы является и настоящая статья.

**Материалы и методика.** Для выполнения настоящих исследований использован экспериментальный материал в виде 77 пробных площадей, заложенных в сосновых древостоях. Пробные площади закладывались сотрудниками РДЛУП «Гомельлеспроект» в 2006–2011 гг., при выполнении работ по составлению сортиментных таблиц. Автор настоящего отчета являлся одним из руководителей и исполнителей этой работы. Используются также пробные площади автора, заложенные в предыдущие годы.

При анализе запасов особое внимание следует обращать на состояние запасов древостоев старших возрастных групп. Именно в старшем возрасте мы видим итог всех изменений в условиях роста древостоя, которые происходили в течение его жизни [8]–[11]. Исходный

материал сам по себе представляет большую научную ценность. Поэтому здесь целесообразно привести подробную таксационную характеристику пробных площадей, что сделано в таблицах 1–4. В данных таблицах приняты следующие условные обозначения: А – средний возраст древостоя; Н – средняя высота; Д – средний диаметр; П – относительная полнота; М – запас на 1 га; Б – класс бонитета.

Таблица 1 – Таксационные показатели пробных площадей, заложенных в типе леса «сосняк вересковый»

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квартал	Выдел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
1	Наровлянский	Барбаровское	38	5	135	13	26	0,7	151	4
2	–	–	38	7	60	10	18	0,8	108	4
3	–	–	38	9	37	9	12	0,6	65	3
4	–	–	38	15	15	6	6	0,8	38	3
5	–	–	20	1	118	21	29	0,5	168	4
6	–	–	38	5	113	18	28	0,6	197	4
7	–	–	24	5	43	10	16	0,6	70	4
8	–	–	25	18	22	5	8	0,4	22	3
9	–	–	24	8	93	17	32	0,5	148	3
10	–	–	86	18	122	20	31	0,7	237	3
11	–	–	26	22	22	6	6	0,8	58	3
12	–	–	39	16	36	8	10	0,8	77	3
13	–	–	39	16	31	10	6	0,9	58	4
14	–	–	39	5	121	16	29	0,7	166	4

Таблица 2 – Таксационные показатели пробных площадей, заложенных в типе леса «сосняк черничный»

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квартал	Выдел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
1	Мозырский	Махновичское	38	6	80	26	28	0,9	430	1
2	Слуцкий	Воробьевское	62	2	50	16	15	0,8	196	2
3	–	–	62	2	50	14	13	0,7	154	2
4	–	–	62	2	50	15	14	0,6	146	2
5	–	–	81	10	60	17	19	0,6	183	2
6	–	–	81	10	60	19	19	0,6	185	2
7	Жлобинский	Дворищанское	52	21	50	19	17	0,3	73	1
8	–	–	52	21	50	19	17	0,2	66	1
9	–	–	52	21	50	17	17	0,4	70	1
10	Василевичский	Караватичское	21	13	35	14	12	0,7	138	1
11	–	–	21	13	35	14	12	0,6	128	1
12	–	–	21	13	35	14	12	0,6	128	2а
13	Хойникский	Дубровицкое	40	6	60	19	16	0,6	94	2
14	Хойникский	Дубровицкое	40	6	60	20	18	0,5	97	2
15	–	–	40	6	60	19	16	0,5	108	1

Таблица 3 – Таксационные показатели пробных площадей, заложенных в типе леса «сосняк мшистый»

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квартал	Выдел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
1	Жлобинский	Дворищанское	76	9	70	17	20	0,6	154	1
2	–	–	93	4	50	14	14	0,4	82	2
3	Василевичский	Караватичское	19	2	50	19	17	0,4	70	1
4	–	–	19	2	35	13	13	0,3	61	2
5	–	–	19	21	35	12	13	0,5	87	2
6	–	–	19	21	35	12	12	0,6	99	2
7	–	–	19	21	35	11	11	0,7	111	2

Окончание таблицы 3

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квар-тал	Вы-дел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
8	–	–	19	21	35	12	12	0,4	54	2
9	–	–	40	19	40	14	9	0,6	135	1
10	–	–	40	19	40	16	10	0,8	192	1
11	–	–	40	19	40	15	10	0,6	141	1
12	Чериковский	Лимньское	80	31	20	7	6	0,6	57	1
13	–	–	80	31	20	7	6	0,8	69	1
14	Богушевский	Сенненское	19	1	75	26	32	0,6	280	1
15	Петриковский	Залесское	6	22	80	26	36	0,4	200	2
16	–	–	5	16	85	27	42	0,6	300	2
17	Жлобинский	Дворищанское	76	9	70	18	21	0,6	162	1
18	–	–	76	9	70	19	23	0,7	173	1
19	Лельчицкий	Буйневичское	70	18	75	28	28	0,4	140	2
20	Наровлянский	Барбаровское	20	1	134	25	36	0,6	139	2
21	Слуцкий	Воробьёвское	79	11	65	22	25	0,4	164	1
22	–	–	53	29	40	12	11	0,5	65	2
23	–	–	75	22	90	29	34	0,4	172	1

Предварительный анализ полевого материала проведен методом логической верификации [2], [3], [7], [11]. При этом сделана отбраковка резко выделяющихся наблюдений в соответствии с правилами планирования эксперимента [2], [3], [7], [9], [10], [11].

Общее количество экспериментального материала соответствует общепринятым требованиям в лесоводстве и лесной таксации к исследованиям подобного рода [7], [11] и позволяет получить корректные выводы.

Методика исследований состояла в использовании стандартных приемов лесной таксации и лесоводства, а также методов биометрии и системного анализа для построения моделей динамики запасов исследуемых древостоев [7], [10], [16], [17], т.е. применена стандартная процедура регрессионного анализа. Верификация полученных материалов осуществлялась как путем анализа выведенных уравнений методами математической статистики [9], [17], так и по соответствию основным закономерностям, общеизвестным в лесоводстве, лесной таксации и в общей биологии.

Таблица 4 – Таксационные показатели пробных площадей, заложенных в типе леса «сосняк кисличный»

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квар-тал	Вы-дел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
1	Гомельский	Марковичское	268	3	96	26	36	0,7	320	1
2	–	–	368	1	28	11	10	1,0	195	1
3	–	–	268	17	28	23	24	1,0	198	1
4	–	–	159	1	28	14	13	0,8	172	1
5	–	–	277	7	76	24	25	0,8	338	1
6	–	–	163	16	66	24	25	0,9	368	1
7	–	–	246	1	68	24	27	0,6	230	1
8	–	–	249	4	110	30	44	0,8	478	1
9	–	–	247	1	98	27	40	36	846	1
10	–	–	247	1	100	28	40	0,5	245	1а
11	–	–	164	16	49	25	27	0,8	344	1а
12	–	–	249	4	101	30	44	0,7	381	1а
13	Жлобинский	Дворищанское	92	4	50	15	16	0,4	61	1
14	–	–	92	4	50	15	16	0,7	112	1
15	–	–	92	4	45	15	15	0,4	86	1
16	–	–	92	4	50	16	16	0,4	89	1
17	Гомельский	Марковичское	159	15	28	13	10	1,0	189	1
18	–	–	159	18	48	22	28	0,7	277	1а
19	Василевичский	Караватичское	21	11	45	14	13	0,4	56	1
20	Хойникский	Дубровицкое	26	32	85	27	32	0,6	323	1а

Окончание таблицы 4

№ п/п	Лесхоз	Лесничество	Квар тал	Вы-дел	А, лет	Н, м	Д, см	П	М, м <sup>3</sup> /га	Б
21	–	–	26	32	85	26	30	0,7	313	1а
22	–	–	26	32	85	23	24	0,4	156	1а
23	–	–	26	32	85	26	29	0,6	260	1а
24	–	–	35	15	37	17	16	0,6	154	1а
25	–	–	35	15	37	17	15	0,5	150	1а

**Результаты и обсуждение.** Для выявления динамики запасов сосновых древостоев имеющийся разнородный экспериментальный материал необходимо привести к сопоставимому виду. Обычно эта работа выполняется путем приведения разнополнотных насаждений к нормальной полноте путем прямого редуцирования [7]. Результаты такой работы достаточно обширны, поэтому для сокращения статьи в таблице 5 для примера приведены данные для сосняков вересковых и мшистых.

Анализ экспериментальных материалов показал, что запасы на пробных площадях и аналогичные данные лесоустройства близки между собой. Динамика сосновых древостоев в восточной части Белорусского Полесья в целом соответствует сведениям, приведенным в трудах белорусских учёных [1], [3], [4], [10].

Таблица 5 – Запасы сосновых древостоев в разных типах леса, приведенные к полноте 1,0 по данным пробных площадей в типах леса сосняк вересковый и сосняк мшистый

Возраст древостоя на пробе, лет	Сосняк вересковый			Возраст древостоя на пробе, лет	Сосняк мшистый		
	Полнота на пробе	Запас на пробе, м <sup>3</sup> /га	Запас при полноте 1,0 м <sup>3</sup> /га		Полнота на пробе	Запас на пробе, м <sup>3</sup> /га	Запас при полноте 1,0 м <sup>3</sup> /га
113	0,7	151	216	70	0,6	154	257
60	0,8	60	75	50	0,4	82	205
37	0,6	65	108	50	0,4	70	175
15	0,8	38	48	35	0,3	61	203
118	0,5	168	336	35	0,5	87	174
113	0,6	197	328	35	0,9	99	110
43	0,6	70	117	35	0,7	111	158
22	0,4	22	55	35	0,4	59	148
93	0,5	148	296	40	0,6	135	225
122	0,7	237	338	40	0,8	192	240
22	0,8	58	72	40	0,6	141	235
36	0,8	77	96	20	0,6	57	95
31	0,9	58	166	20	0,8	69	86
121	0,7	166	237	75	0,6	280	467
–	–	–	–	80	0,4	200	500
–	–	–	–	85	0,6	300	500
–	–	–	–	75	0,4	140	350
–	–	–	–	134	0,65	139	232
–	–	–	–	65	0,4	164	410
–	–	–	–	40	0,5	65	130
–	–	–	–	90	0,4	172	430
–	–	–	–	70	0,6	162	270
–	–	–	–	70	0,7	173	247

Из приведенных величин видно, что в настоящее время климатические изменения ещё не сказались на величине запасов стволовой древесины в основных типах сосновых лесов. Поэтому прогнозы изменения запасов в будущем необходимо делать очень осторожно.

Данные о вероятных изменениях климата, имеющиеся в разных источниках [13], [14], [15], [18] свидетельствуют, что в Полесье будет увеличиваться средняя температура при одновременном повышении аридности климата. Это приведет к значительному перераспределению площадей основных типов леса в сосняках Полесья. Ожидается также некоторое снижение класса бонитета сосняков вересковых и в других типах леса, приуроченных к автоморфным почвам.

На основании анализа пробных площадей и прогноза климатических изменений вычислены запасы сосновых древостоев к 2020–2030 годам. Для этого данные на пробных площадях были выровнены. Вычисления провели по уравнениям полиномов третьей степени:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot A + a_2 \cdot A^{2+a_3} \cdot A^3 \quad (1)$$

Коэффициенты уравнений приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры уравнений вида целых полиномов (1) для выравнивания запасов сосновых древостоев

Тип леса	Параметры			
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
С вересковый	-0,63	2,831	0,00308	0,0000108
С мшистый	-0,13	4,033	0,022271	-0,0002225
С кисличный	3,89	10,482	-0,08273	0,0003197
С черничный	2,97	0,524	-0,01043	-0,0000695

Проведя вычисления по приведенным уравнениям, нашли запасы нормальных сосновых древостоев в основных типах леса в восточной части Белорусского Полесья. Их можно рассматривать как вероятные запасы сосняков на ближайшие 20 лет (таблица 7).

Таблица 7 – Прогноз запасов нормальных сосновых древостоев ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) в восточной части Белорусского Полесья на 2020-2030 годы

Возраст, лет	Тип сосновых лесов			
	Вересковый	Мшистый	Кисличный	Черничный
1	2	3	4	5
10	27	42	101	67
20	54	87	183	129
30	81	134	253	187
40	107	182	311	243
50	132	229	361	294
60	156	273	404	342
70	182	314	446	385
80	201	351	477	422
90	221	381	510	454
100	241	403	544	481
110	259	417	581	501
120	276	422	622	522

Анализ таблицы 7 показывает, что величины запасов сосновых древостоев Полесья к 2030 году не претерпят существенных изменений против современных величин. Некоторым исключением здесь является сосняк вересковый. Дело в том, что в этом типе леса наблюдается тенденция снижения класса бонитета. Поэтому для сосняков вересковых запасы древесины на один га должны быть скорректированы в сторону уменьшения, т.к. уже в настоящее время отдельные пробные площади в сосняках вересковых, где тип леса ярко выражен, показывают отклонения классов бонитета от общепринятых стандартов [4], [8], [10], [19].

Сосняки вересковые произрастают на автоморфных песчаных почвах [1], [3], [6], [10], [19], [20]. Поэтому влага здесь долго не задерживается, и почва быстро пересыхает.

Это значит, что увлажненность почв в сосняках вересковых зависит от атмосферных осадков, особенно в период вегетации. Для поддержания определенной продуктивности сосняка верескового, хотя бы на уровне 3 класса бонитета, необходимо постоянное увлажнение почвы за счёт атмосферных осадков. В Беларуси в настоящее время наблюдается наличие годового количества осадков в количестве 450–600 мм в год [12], [13], [18], [19]. Повышение аридности климата ведет к недостатку влаги в почве, что снижает продуктивность древостоев.

Лесные насаждения имеют большую инерционность в накоплении запасов древесины. Для корректного определения долгосрочных изменений прироста требуется проводить его анализ

за 10, а лучше за 20 лет и более. Поэтому исследования, проводимые в настоящее время, могут дать только предварительные результаты и должны будут проверяться в дальнейшем.

**Заключение.** Исходя из изложенного, можно утверждать, что в ближайшие 10–20 лет, т.е. до 2020–2030 гг. существенного отличия в запасах сосновых древостоев от имеющихся в настоящее время, мы не обнаружим. Исключением является сосняк вересковый, где резкое изменение в меньшую сторону количества осадков в весенне-летний период приводит к уменьшению прироста и снижению класса бонитета. Эту тенденцию можно наблюдать уже сейчас, но она ещё слабо выражена. При этом большую инерционность имеют древостои старшего возраста. К 2030 году возможно снижение продуктивности сосняков вересковых на 5–7 %.

### Литература

1. Ермаков, В.Е. Продуктивность сосновых, еловых и березовых древостоев при одинаковых условиях местопроизрастания / В.Е. Ермаков // Лесоведение и лесное хозяйство: республик. межведомств. сб. научн. тр. – Минск : БТИ. – 1975. – Вып.10. – С. 73–82.
2. Загреев, В.В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев / В.В. Загреев. – М. : Лесная промышленность, 1978. – 240 с.
3. Комплексная продуктивность земель лесного фонда / под ред. В.Ф. Багинского [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 295 с.
4. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / под ред. В.Ф. Багинского [и др.]. – М. : ЦБНТИ-лесхоз, 1984. – 300 с.
5. Рожков, Л.Н. Динамика и состояние сосновых лесов Беларуси / Л.Н. Рожков, В.Е. Ермаков, Н.Ф. Ловчий // Труды белорусского государственного технологического университета. – Сер. 1. – Лесное хозяйство. – Минск : БГТУ. – 2005. – Вып. 13. – С. 7–13.
6. Тюрин, А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах / А.В. Тюрин. – М. : Госиздат, 1938. – 299 с.
7. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин – 4-е изд. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
8. Справочник таксатора / под общ. ред. В.С. Мирошников, О.А. Трулль, [и др.]. – Минск : Урожай, 1980. – 359 с.
9. Свалов, Н.Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования / Н.Н. Свалов. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 216 с.
10. Багинский, В.Ф. Лесопользование в Беларуси / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик – Минск: Белорусская наука, 1996. – 367 с.
11. Антанайтис, В.В. Современное направление лесоустройства / В.В. Антанайтис. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 280с.
12. Юркевич, И.Д., Леса Белорусского Полесья / И.Д. Юркевич, Н.Ф. Ловчий, В.С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1977. – 288 с.
13. Программа адаптации лесного хозяйства к изменению климата на период до 2050 года. – Минск : Минлесхоз Республики Беларусь, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси. – 2000. – 150 с.
14. Багинский, В.Ф. Некоторые проблемы адаптации лесного хозяйства Беларуси к изменению климата / В.Ф. Багинский, О.В. Лапицкая // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : НЛТУ. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 7–17.
15. Лазарева, М.С. Климатически детерминированная динамика типологической структуры сосняков Беларуси в практику лесоустройства / М.С. Лазарева // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СибГТУ. – 2008. – № 1. – С. 115–122.
16. Багинский, В.Ф. Системный анализ в лесном хозяйстве: уч. пособие / В.Ф. Багинский. – Гомель : ГГУ им. Ф.Скорины, 2009. – 168 с.
17. Атрощенко, О.А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов / О.А. Атрощенко. – Минск : БГТУ, 2004. – 249 с.
18. Белорусское Полесье / под общ. ред. В.С. Хомич, Н.Н. Бамбалов [и др.]. – Минск : Минск-тишпроект, 2007. – 71 с.
19. Юркевич, И.Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И.Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.
20. Почвы Белорусской ССР / под общ. ред. Т.Н. Кулаковской, П.П. Рогового и Н.И. Смеяна. – Минск : Ураджай, 1974. – 328 с.

УДК 582. 26/. 27:631. 466. 3:631. 427. 12:504. 61

## Выбор индикаторных видов почвенных водорослей на основании анализа приуроченности альгосообществ к различным видам антропогенной нагрузки

Ю. М. БАЧУРА, О. М. ХРАМЧЕНКОВА

Определен видовой состав группировок водорослей, приуроченных к определенным видам антропогенной трансформации почв. Обнаружена высокая индикационная значимость ряда видов почвенных водорослей, пригодных в качестве альгоиндикаторов антропогенно-преобразованных почв.

**Ключевые слова:** почвенные водоросли, альгоиндикация, антропогенно-преобразованные почвы.

The species composition of algae groups confined to certain types of human transformation of soils was determined. High importance of indicator usability of soil algae species as test-objects of anthropogenic infringement soils was discovered.

**Keywords:** soil algae, algae indication, anthropogenically transformed soils.

**Введение.** В условиях интенсивно возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду все большее значение приобретают методы индикации с использованием живых организмов и их сообществ [1], [2].

В качестве индикаторов состояния почвенного покрова используются почвенные водоросли, имеющие ряд преимуществ перед другими микроорганизмами почв: возможность культивирования на искусственных средах, небольшая продолжительность жизни, специфическая чувствительность ряда видов к экологическим факторам, быстрая реакция на изменение почвенных условий (угнетение и выпадение некоторых групп водорослей; полная замена одних группировок другими; полное исчезновение водорослей – частичная стерилизация почвы) [3]–[6]. В настоящее время выявление приуроченности группировок водорослей к определенным почвам и поиск видов, являющихся индикаторами определенных почвенных свойств, относят к основным направлениям альгодиагностики почв.

Целью данной работы было определение индикаторных видов почвенных водорослей на основании анализа приуроченности альгосообществ к различным видам антропогенной нагрузки (на примере г. Гомеля и его пригорода).

**Материалы и методика исследований.** Материалом для исследования послужили результаты обработки почвенных образцов, отобранных в 2003–2012 гг. на территории Гомельского региона по общепринятой в почвенной альгологии методике [3]. Были выбраны следующие участки для отбора:

1. Тропинки в смешанном лесу: Т1 – тропинки хорошо заметны, присутствует изреженный травяной покров, лесная подстилка уплотнена, участков с обнажением минерального слоя почвы нет; Т2 – травяной покров сильно изрежен, местами отсутствует, лесная подстилка измельчена, на отдельных участках обнажен минеральный слой уплотненной почвы; Т3 – травяной покров и лесная подстилка отсутствуют, на всем протяжении обнажен минеральный слой сильно уплотненной почвы;

2. Туристические стоянки: Тс1 – травяной покров изрежен, сильно примят, почва частично обнажена (~20%), покрыта мусором (бытовыми отходами), имелось кострище; Тс2 – травяной покров менее изрежен и примят, обнажение уплотненной, покрытой мусором почвы – до 10%, имелось кострище; контролем служил участок ненарушенной почвы (Тс3);

3. Места горения разведенных нами одно- и двухчасовых костров и прилегающая к ним территория: анализировали почвенные водоросли кострищ (К1\_п и К2\_п), пробы почвы, взятые на расстоянии 1 м от края кострища (К1\_1м и К2\_1м), в качестве контроля использовали пробы почвы, отобранные на расстоянии 10 м от кострищ (К\_контр);

4. Придорожные газоны некоторых улиц города: улица Кирова (Кир) – узкая (трехполосное движение), характеризуется интенсивным транспортным потоком, имеется движение общественного транспорта, разрешен проезд грузовых автомобилей. Улица Советская (Сов) – широкая (шестиполосное движение), с интенсивным движением легкового и общественного транспорта, проезд грузовиков запрещен. Улица Старо-Черниговская (Ст-Ч) – узкая (двухполосное движение немногочисленного легкового транспорта), отсутствует общественный и грузовой транспорт;

5. Гомельский городской полигон твердых бытовых отходов; площадки отличались составом отходов: Св1 – промышленные и бытовые; Св2 – бытовые и промышленные, Св3 – строительные, Св4 – промышленные и строительные отходы;

6. Деградируемые торфяники; участки отличались значениями остаточного содержания органического вещества в агроторфяно-минеральном горизонте и рН почвенного раствора: Дт1 – 20–10, 1%, рН=4, 5; Дт2 – менее 5, 1%, рН=5, 3; Дт3 – 20–10, 1%, рН=5, 8; Дт4 – менее 5, 1%, рН=7, 3;

7. Пригородные сосняки: мшистый (См) и лишайниковый (Сл) – мезофитный и ксерофитный типы леса.

При установлении видового состава водорослей использовали культуральные методы: почвенные культуры со стеклами обрастания и агаровые культуры [3, 4]. Степень развития водорослей оценивали по 3-балльной шкале [7]. Систематическое положение объектов приводили в соответствии с [8]; для видов, отсутствующих в данной сводке, – по данным сайта Algaebase [http://www.algaebase.org]. Состав жизненных форм определяли в соответствии с классификацией, разработанной Э. А. Штиной и М. М. Голлербахом [9].

Для оценки сходства видового состава альгогруппировок участков с одинаковым видом антропогенной нагрузки использовали метод ранговой корреляции. Индикаторные виды для участков, подверженных различной антропогенной нагрузке выявляли с помощью программного комплекса PC-ORD [10].

Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2010, StatSoft Statistica 7. 0.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для оценки сходства видового состава альгогруппировок исследованных почв предварительно провели оценку встречаемости каждого вида водорослей для участков с одинаковыми видами антропогенной нагрузки. К анализу принимали данные о видах, встречаемость которых составляла 20 – 70% [7]. Путем расчета коэффициентов ранговой корреляции выделили группы водорослей, привязанных к определенным участкам отбора (обнаружение одного вида из группы указывает на присутствие в почве остальных), что позволило выявить приуроченность определенных видов водорослей к почвам, испытывающим данный вид антропогенной нагрузки.

Для почв лесных тропинок выявлены две группы водорослей.

Первая включала *Klebsormidium flaccidum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Oscillatoria* sp., *Phormidium tenue*, *Pleurochloris* sp., *Tribonema* sp. 1, *Chlorosarcinopsis* sp. 1 и приурочена к тропинкам Т1 и Т2 (таблица). Данная группа разнородна в таксономическом и экологическом отношении. Присутствие Р-форм указывает на довольно сухие, хорошо освещенные и подверженные колебаниям температур условия обитания. Наличие желтозеленых водорослей в ее составе свидетельствует о достаточно благоприятных условиях для развития, так как именно эти водоросли первыми исчезают из сообществ при усилении антропогенного пресса [4], [6].

Вторая группа (*Microcoleus vaginatus*, *Caloneis* sp., *Chlorella minutissima*, *Phormidium* cf. *boryanum*, *Navicula* sp. 2, *Neosporogococcum* sp., *Chlamydomonas gelatinosa* и *Scotiellopsis-rubescens*) была приурочена к почвам тропинок Т2 и Т3. Здесь преобладали зеленые водоросли Ch и С-жизненных форм. Очевидно влияние большей освещенности поверхности почвы и ухудшения влагообеспеченности условий существования.

Суммарное обилие водорослей тропинок Т2 максимально и его составляют показатели видов, входящих в обе выделенные группы. По-видимому, имеет место эффект «промежуточного нарушения» [11], [12].

## Встречаемость водорослей в почвах лесных тропинок

Виды водорослей	ЖФ	Встречаемость, баллы		
		T1	T2	T3
<i>Klebsormidiumflaccidum</i>	H	1, 00	1, 33	0, 00
<i>Leptolyngbyafoveolarum</i>	P	2, 67	4, 33	0, 00
<i>Oscillatoria</i> sp.	P	0, 33	0, 67	0, 00
<i>Phormidiumtenue</i>	P	1, 00	3, 00	0, 00
<i>Pleurochloris</i> sp.	X	0, 33	2, 00	0, 00
<i>Tribonema</i> sp. 1	H	0, 33	1, 00	0, 00
<i>Chlorosarcinopsis</i> sp. 1	Ch	1, 00	8, 00	0, 00
<i>Microcoleusvaginatus</i>	M	0, 00	4, 67	0, 33
<i>Caloneis</i> sp.	?	0, 00	8, 33	1, 00
<i>Chlorella minutissima</i>	Ch	0, 00	8, 00	1, 00
<i>Phormidium</i> cf. <i>boryanum</i>	P	0, 00	2, 33	0, 67
<i>Navicula</i> sp. 2	B	0, 00	3, 00	1, 00
<i>Neosporangiococcum</i> sp.	Ch	0, 00	2, 33	1, 00
<i>Chlamydomonasgelatinosa</i>	C	0, 00	0, 33	0, 33
<i>Scotiellopsisrubescens</i>	?	0, 00	1, 67	1, 67

Два вида водорослей (*Leptolyngbya angustissima* и *Myrmecia* sp.) были приняты к анализу и не вошли в состав ни одной из описанных групп.

С увеличением степени вытаптывания тропинок (T1 → T2 → T3) в составе почвенных альгогруппировок возрастает участие зеленых водорослей, снижается (до исчезновения) – желтозеленых. Участие цианей было практически равнозначным, а диатомеи оказались приуроченными к открытым участкам почвы (T2, T3).

Для почв туристических стоянок выделены три группы водорослей, приуроченных к определенным участкам исследования и одна объединяющая. Первая группа (*Microcystis* sp., *Microcoleusvaginatus*, *Leptolyngbyafoveolarum*, *Naviculapelliculosa*) была приурочена к нарушенным участкам Tc1; среди видов представители отдела Cyanophyta и Bacillariophyta различных жизненных форм.

Вторая группа, выделенная для участка Tc2, была представлена синезелеными (*Phormidium* cf. *boryanum*, *Phormidium molle*, *Nostoc punctiforme*) и диатомовыми (*Luticola nivalis*) водорослями, относящимися к разным жизненным формам. Спектры жизненных форм выделенных групп почвенных водорослей для Tc1 и Tc2 схожи (P<sub>1</sub>V<sub>1</sub>C<sub>1</sub>M<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>V<sub>1</sub>C<sub>1</sub> соответственно). Синезеленые водоросли M-формы отличаются от таковых P-формы способностью к образованию слизистых чехлов, те и другие устойчивы к недостатку влаги [4]. Приуроченность синезеленых и диатомовых водорослей к нарушенным участкам почв туристических стоянок обусловлена наличием открытых пространств, благоприятных для их существования [11], [13]. Отдельную группу водорослей, объединяющую таковые для Tc1 и Tc2 образуют *Navicula pelliculosa*, *Leptosira terricola* и *Phormidium* cf. *boryanum*.

Третья группа, выделенная для участка Tc3, была представлена Ch, H и X-жизненными формами и включала неустойчивые к дефициту влаги, предпочитающие условия жизни в толще почвы желтозеленые (*Heterococcus* sp., *Monodus* sp.), а также отличающиеся исключительной выносливостью зеленые водоросли (*Chlorosarcinopsis* sp. 1, *Neosporangiococcum* sp., *Fernandinella alpina*) [9].

Для *Pseudococcomyxa simplex* и *Chlamydomonas oblongella* не установлена связь ни с одной из выделенных групп.

Таким образом, для почв туристических стоянок выявлена тенденция приуроченности предпочитающих открытые пространства синезеленых и диатомовых водорослей к нарушенным участкам, влаготолерантных зеленых и тенелюбивых желтозеленых к ненарушенным участкам.

Встречаемость водорослей в почвах кострищ и прилегающих к ним территорий была весьма разнородной. В почве участков K1\_п и K2\_п практически не оказалось видов, встречаемость которых составляла 20–70%.

Для прилегающих к кострам территорий и контрольного участка выделено 5 групп водорослей. Для почв контрольного участка и K2\_1м выделены группы водорослей, относящиеся к В, Р и Ch-жизненным формам, но отличающиеся по видовому составу: *Cosmarium anceps*, *Navicula pelliculosa*, *Navicula atomus*, *Phormidium dimorphum* *Phormidium cf. retzi* и *Chlorosarcinopsis sp. 1*; *Navicula sp. 2*, *Caloneis sp.*, *Phormidium tenue*, *Cyanothece aeruginosa* – соответственно. Почвы контрольного участка и K1\_1м объединяет присутствие в них *Tetracystis sp. 1* и *Cosmarium anceps*; контрольного участка и K2\_1м – *Caloneis sp.* и *Klebsormidium sp. 2*; почвы K1\_1м и K2\_1м – *Phormidium tenue* и *Chlamydomonas sp. 1*.

По-видимому, пирогенное воздействие не оказывало существенного влияния на встречаемость выделенной категории видов, обнаруженных на расстоянии 1 м от кострищ, что связано с наличием ряда приспособительных особенностей (слизистых чехлов и капсул, специфичности строения протопласта, способности сохраняться в виде спор и др.) у их представителей [3], [4].

Встречаемость водорослей в почвах придорожных газонов улиц г. Гомеля различалась, что позволило выделить две характерные группы. Первая группа, состоящая из зеленых (*Chlamydomonas oblongella*, *Microthamnion kuetsingianum*, *Ulothrix sp.*), синезеленых (*Phormidium dimorphum*) и диатомовых (*Pinnularia borealis*) водорослей приурочена к наиболее загруженной движением транспорта улице Кирова. Представители этой группы с невысокими баллами обилия отмечены на менее загруженной транспортом улице Советской и не выявлены в почве улицы Старо-Черниговской.

Влаголюбивые виды водорослей (*Navicula pelliculosa*, *Gomphonema sp.*, *Nostoc punctiforme*, *Stichococcus bacillaris*) образовали вторую группу, присущую почвам газонов наименее загруженной транспортом улицы Старо-Черниговской. Все эти виды не выносят перегрева [4].

Почвы газонов улиц Кирова и Старо-Черниговской объединяют влаголюбивые зеленые водоросли (*Chlorella mirabilis*, *Chlamydomonas gelatinosa*, *Klebsormidium sp. 1*). Отдельно выделена группа более *Stichococcus bacillaris*, *Chlamydomonas sp. 2* и *Xanthonema sp. 1*, связывающая почвы улицы Старо-Черниговской и Советской. *Leptosira terricola 1* не вошла в состав ни одной из выявленных групп.

По мере уменьшения транспортной нагрузки (Кир → Сов → Ст-Ч) в почвах придорожных газонов наблюдали снижение доли зеленых водорослей и некоторое возрастание доли диатомей в составе определенных групп водорослей.

Для почв участков полигона твердых отходов установлены три группы водорослей. Первая группа водорослей (*Botrydiopsis sp.*, *Gloeoetila sp.*, *Xanthonema sp. 1*) приурочена к почвам площадки Св1, содержащей преимущественно промышленные, а также бытовые отходы. Возможность развития в составе комплекса желтозеленых водорослей, вероятно, обусловлена отсутствием избыточного количества органики в почве [14].

Вторая группа, включающая исключительно диатомовые водоросли В-жизненной формы (*Hantzschia amphioxys*, *Navicula pelliculosa*, *Luticola mutica*, *Stauroneis sp.*), специфична для участка Св2, покрытого слоем почвы с бытовыми и промышленными отходами. Наличие комплекса диатомей (холодостойких, свето- и влаголюбивых, часто солевыносливых) свидетельствует о достаточно благоприятных условиях для их развития [2], [4], [9]. *Hantzschia amphioxys* и *Navicula pelliculosa* отмечены другими исследователями в составе водорослей, наиболее активно вегетирующих на городских свалках [11].

Третья группа, являющаяся наиболее многочисленной и состоящая из зеленых (*Desmotetra stigmatica*, *Chlamydomonas sp. 2*, *Dictiochloris sp.*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella sp.*, *Chlorococcum sp. 1*) и диатомовых *Stauroneis sp.*, *Luticola nivalis*) водорослей приурочена к участкам свалки с промышленными и строительными отходами (Св4). Преобладание в составе данного комплекса видов зеленых водорослей, высокое обилие среди них представителей Ch-жизненных форм указывает на наличие условий существования, пригодных для жизни убиквистов.

Для участков свалки (Св3), не выявлено специфических групп водорослей. Вероятно, альгогруппировки данного участка находятся на стадии формирования инициального сообщества, так как поверхность почвы была завалена строительными отходами.

*Chlorosarcinopsis* sp. 1 и *Chlamydomonas* sp. 1 не вошли в состав ни одной из выявленных групп. Отсутствие синезеленых водорослей в выявленных комплексах, возможно, обусловлено высоким содержанием органического азота в субстрате [15].

Встречаемость водорослей в почвах полигона бытовых отходов, по-видимому, зависит от их химического состава, скорости и направления процессов трансформации и микробной деградации [11], [14].

Для деградированных торфяников выявлены четыре группы водорослей. Для участка Дт1 с наименьшим видовым богатством почвенных водорослей и, следовательно, наименее благоприятными условиями для их существования отмечена совместная вегетация двух видов зеленых водорослей: одноклеточного *Macrochloris* sp. и пакетобразующего *Chlorosarcinopsis* sp.

Участок Дт4 определяется комплексом из 12 видов водорослей, среди которых представители отделов Chlorophyta (*Stichococcus chlorelloides*, *Scotiellopsis* sp., *Chlorococcum* sp. 2, *Tetraëdron minimum*, *Tetracystis* sp. 2, *Desmotetra stigmatica*, *Gloetila* sp.), Xanthophyta (*Heteropedia* sp., *Bumilleriopsis filiformis*), Bacillariophyta (*Hippodonta capitata*, *Nitzschia palea*) и Cyanophyta (*Phormidium* cf. *boryanum*). Данная группа на 58,3% состоит из зеленых водорослей; жизненные формы 50% видов не установлены, среди остальных представителей преобладают виды Ch-формы.

Третья группа состоит из синезеленых (*Phormidium tenue*, *Phormidium* sp. 2) и зеленых (*Geminella terricola*, *Chlorella ellipsoidea*) водорослей и специфична для участка Дт3. Эти виды, способны переносить широкий диапазон неблагоприятных условий [4], [16].

Четвертая группа приурочена к участку Дт2 и включает виды из разных отделов: *Cylindrocystis* sp. (зеленые), *Vischeria stellata* (эустигматофитовые) и *Pinnularia borealis* (диатомовые водоросли). Все представители данной группы влаголюбивы.

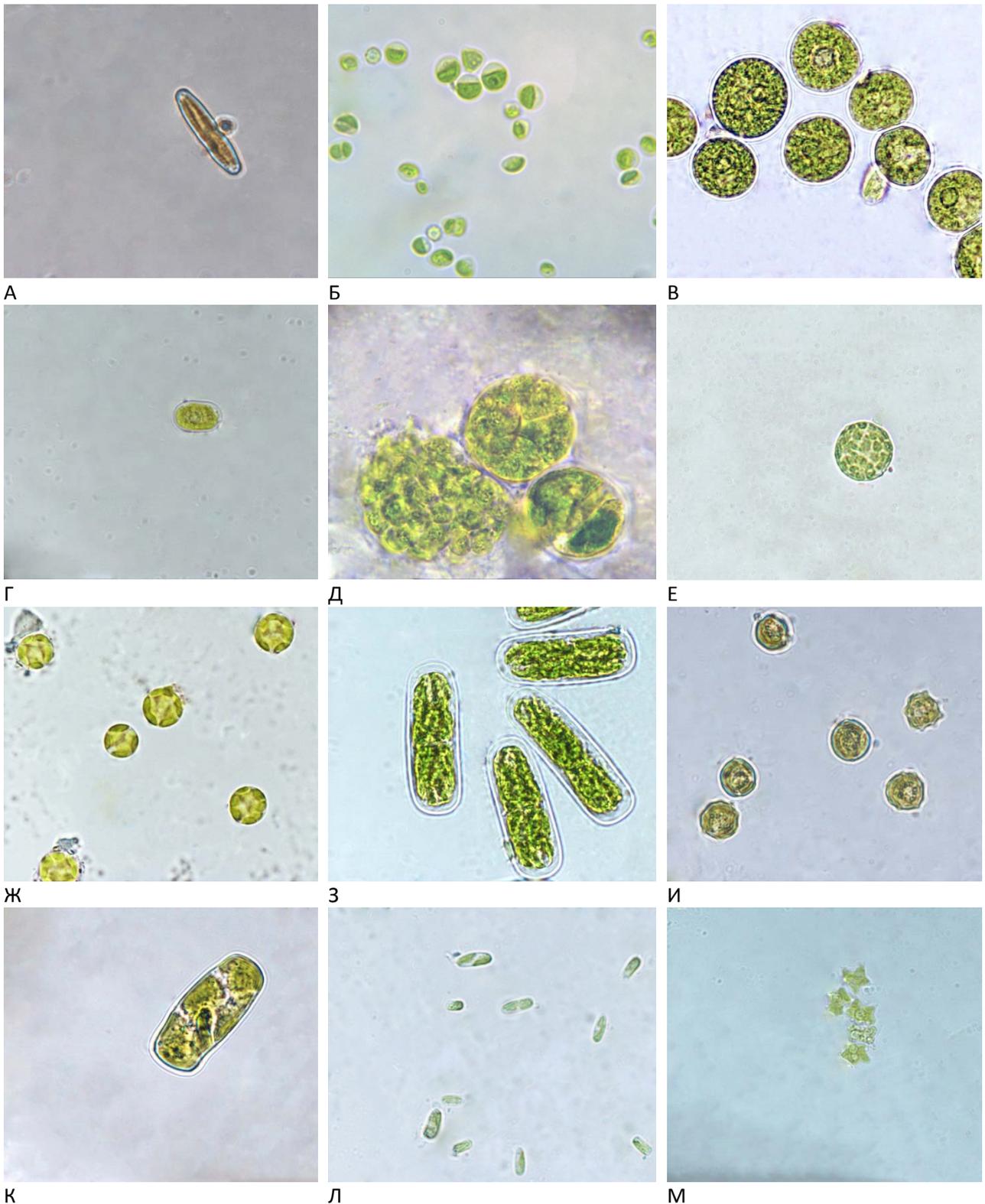
Представитель зеленых водорослей *Tetracystis* sp. 1 обособлен от выделенных групп водорослей.

В состав выделенных групп вошли 68 видов водорослей, из них синезеленых – 12, эустигматофитовых – 1, желтозеленых – 8, диатомовых – 12, зеленых – 35 видов. Представители отдела Cyanophyta не выявлены в составе комплексов водорослей, приуроченных к площадкам полигона твердых отходов. Водоросли отдела Eustigmatophyta оказались только в составе групп, специфичных для участков дегроторфяников, представители отделов Xanthophyta и Chlorophyta вошли в состав комплексов, приуроченных ко всем типам антропогенно преобразованных территорий.

Экологический анализ показал присутствие в составе выявленных групп представителей большинства жизненных форм эдафотрофных водорослей, характерных для исследованных территорий, а также одного амфибиального вида – *Vischeria stellata*. Наиболее многочисленны были виды с Ch-жизненной формой (13), затем – H-, B-, P- и C-формами (11, 9, 8 и 7 видов соответственно), X- и M-формами (3 и 1 вид соответственно). Для 15 видов экологическая приуроченность не установлена. Водоросли P-жизненной формы не вошли в состав групп водорослей, типичных для почв полигона твердых отходов. Представители Ch-формы не приурочены к почвам придорожных газонов улиц г. Гомеля, X-формы – к участкам полигона твердых отходов, дегроторфяников, почвам территорий, прилегающих к кострищам.

Количественным выражением сопряженности индикатора и индиката является достоверность индикатора. Для квалификации вида в качестве индикатора он должен встречаться чаще при наличии индиката, чем без него. Значимость индикатора – характеристика, показывающая, насколько часто встречается индикатор в пределах площади, на которой присутствует индикат. Индикаторы, обладающие высокой достоверностью, могут иметь очень малую значимость, если они встречаются редко.

При оценке достоверности исходят из суммы участков, на которых зафиксирован индикатор, и определяют процент участков, на которых он сопряжен с индикатом. При определении значимости за целое принимается сумма изученных участков индиката и определяется частота встреч индикатора в их пределах [17].



Рисунки 1А–1М – *Caloneis silicula*, Б – *Chlorella mirabilis*, В – *Chlorococcum* cf. *hypnosporum*,  
 Г – *Geminella terricola*, Д – *Tetracystis aggregata*, Е – *Bracteacoccus minor*, Ж – *Myrmecia bisecta*,  
 З – *Cylindrocystis brebissonii*, И – *Vischeria stellata*, К – *Bumilleriopsis filiformis*,  
 Л – *Hippodonta capitata*, М – *Tetraëdron minimum*

Микрофотографии водорослей

Используя программное обеспечение PC-ORD, выделили индикаторные виды для участков, подверженных различной антропогенной нагрузке.

К участкам лесных тропинок приурочен *Sphaerocystis* sp.; туристическим стоянкам – *Tetracystis aggregata*, *Bracteacoccus minor*, *Myrmecia bisecta*, *Cylindrocystis brebissonii* и *Monodus* sp., из которых только последний имеет уровень значимости выше 0,05. Все представители типичны для лесных биоценозов [9], [18]; *Tetracystis aggregata*, *Bracteacoccus minor* и *Myrmecia bisecta* отмечены Новаковской И.В., Патовой Е.Н. в качестве индикаторов фоновых территорий еловых лесов [18]. К кострищам и прилегающей к ним территории – *Vischeria* sp. и *Klebsormidium* sp. 2, к почвам придорожных газонов улиц г. Гомеля – *Caloneis silicula*, *Gomphonema* sp. и *Chlorella mirabilis* (уровень значимости ниже 0,05). *Dictiochloris* sp. показал индикаторное значение для полигона отходов (уровень значимости выше 0,05).

Для деградированных торфяников высокое индикаторное значение отмечено для 12 видов водорослей *Aphanocapsa* sp., *Anabaena* sp., *Nostoc* sp. 1, *Vischeriastellata*, *Heterococcus* sp., *Bumilleriopsis tericolla*, *Bumilleriopsis* sp., *Tribonema* sp. 1, *Hippodonta capitata*, *Chlorococcum* sp. 2, *Tetraëdron minimum*, *Leptosira* sp. Уровнем значимости выше 0,05 отличались *Vischeria stellata*, *Bumilleriopsis tericolla*, *Chlorococcum* sp. 2 и *Tetraëdron minimum*.

Представили *Chlamydomonas* sp. 3, *Chlamydomonas* sp. 5, *Geminellaterricola*, *Elliptochloris* sp. И *Chlorokybus athmophyticus* показали высокое индикаторное значение для почв сосняков (уровень значимости ниже 0,05). Перечисленные виды характерны для лесных биоценозов (сосновых лесов) [8], [9], [18].

Высокая индикационная значимость обнаружена для следующих видов почвенных водорослей:

а) почвы придорожных газонов г. Гомеля: *Caloneis silicula* (рисунок 1А), *Chlorella mirabilis* (рисунок 1Б);

б) почвы сосновых лесов: *Chlorococcum* cf. *Hypnosporum* (рисунок 1В), *Geminella terricola* (рисунок 1Г);

в) почвы туристических стоянок: *Tetracystis aggregata* (рисунок 1Д), *Bracteacoccus minor* (рисунок 1Е), *Myrmecia bisecta* (рисунок 1Ж), *Cylindrocystis brebissonii* (рисунок 1З).

С высокой достоверностью и хорошей значимостью в качестве альгоиндикаторов деградированных торфяников предлагаются: *Vischeria stellata* (рисунок 1И), *Bumilleriopsis filiformis* (рисунок 1К), *Hippodonta capitata* (рисунок 1Л), *Tetraëdron minimum* (рисунок 1М).

**Заключение.** Путем расчета коэффициентов ранговой корреляции выделены группы водорослей, приуроченных к определенным участкам отбора (обнаружение одного вида из группы указывает на присутствие в почве остальных).

Определен видовой состав группировок водорослей, приуроченных к определенным видам антропогенной трансформации почв.

К обитанию в почвах лесных тропинок различной степени вытоптанности приурочены: *Klebsormidium flaccidum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Phormidium tenue*, *Microcoleus vaginatus*, *Chlorella minutissima*, *Phormidium* cf. *boryanum*, *Chlamydomonas gelatinosa* и *Scotiellopsis rubescens*.

К обитанию на турстоянках: *Microcoleus vaginatus*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Navicula pelliculosa*, *Phormidium* cf. *boryanum*, *Phormidium* mmolle, *Nostoc punctiforme*, *Luticola nivalis*, *Fernandinella alpina*.

К почвам территорий, прилегающих к кострищам: *Cosmarium anceps*, *Navicula pelliculosa*, *Navicula atomus*, *Phormidium dimorphum* *Phormidium* cf. *retzii*, *Phormidium tenue*, *Cyanothec eaeruginosa*.

К почвам придорожных газонов улиц г. Гомеля: *Chlamydomonas oblongella*, *Microthamnion kuetzingianum*, *Phormidium dimorphum*, *Pinnularia borealis*, *Navicula pelliculosa*, *Nostoc punctiforme*, *Stichococcus bacillaris*, *Chlorella mirabilis*, *Chlamydomona sgelatinosa*.

К почвам полигона твердых отходов: *Hantzschia amphioxys*, *Navicula pelliculosa*, *Luticola mutica*, *Desmotetra stigmatica*, *Chlorella minutissima*, *Luticola nivalis*

К дегроторфяникам приурочены: *Stichococcus chlorelloides*, *Tetraëdron minimum*, *Desmotetra stigmatica*, *Bumilleriopsis filiformis*, *Hippodonta capitata*, *Nitzschia palea*, *Phormidium* cf.

*boryanum*, *Phormidium tenue*, *Geminella terricola*, *Chlorella ellipsoidea*, *Vischeria stellata*, *Pinnularia borealis*.

Обнаружена высокая индикационная значимость следующих видов почвенных водорослей: для почв придорожных газонов г. Гомеля – *Caloneis silicula* и *Chlorella mirabilis*; для почв сосновых лесов – *Chlorococcum* cf. *Hypnosporum* и *Geminella terricola*; для почв туристических стоянок – *Tetracystis aggregata*, *Bracteacoccus minor*, *Myrmecia bisecta* и *Cylindrocystis brebissonii*. С высокой достоверностью и хорошей значимостью в качестве альгоиндикаторов деградированных торфяников предлагаются: *Vischeria stellata*, *Bumilleriopsis filiformis*, *Hippodonta capitata* и *Tetraëdron minimum*.

### Литература

1. Булгаков, Н.Г. Технология регионального контроля природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга: автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук / Н.Г. Булгаков; МГУ. – Москва, 2003. – 53 с.
2. Калинин, В.М. Мониторинг природных сред / В.М. Калинин – Тюмень : Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2007. – 208 с.
3. Голлербах, М.М. Почвенные водоросли / Э.А. Штина, М.М. Голлербах. – М. : Наука, 1969. – 228 с.
4. Штина, Э.А. Экология почвенных водорослей / М.М. Голлербах, Э.А. Штина. – М. : Наука, 1976. – 143 с.
5. Штина, Э.А. Альгологический мониторинг почв / Э.А. Штина, Г.М. Зенова, Н.А. Манучарова // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449–1461.
6. Кабиров, Р.Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей (методологические аспекты) / Р.Р. Кабиров // Альгология. – 1993. – Т. 3, № 3. – С. 73–83.
7. Кабиров, Р.Р. Выделение почвенных альгоценозов методом Браун-Бланке / Р.Р. Кабиров, Н.В. Суханова, Л.С. Хайбуллина. – Уфа, 1999. – 35 с. (Деп. в ВИНТИ 31. 03. 99. № 1014-В99).
8. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І.Ю. Костіков [та інш.]. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
9. Алексахина, Т.И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т.И. Алексахина, Э.А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 98 с.
10. McCune, B. Analysis of ecological communities / B. McCune, J.B. Grace, Urban L. Dean. – Oregon, 2002. – 285 p.
11. Сугачкова, Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвенных водорослей : автореф. дис.... канд. биол. наук / Е.В. Сугачкова ; Башк. гос. пед. ун-т. – Уфа, 2000. – 20 с.
12. Суханова, Н.В. Почвенные водоросли городских экосистем: автореф. дис... канд. биол. наук / Н.В. Суханова; Башк. гос. ун-т. – Уфа, 1996. – 21 с.
13. Рахматуллина, И.В. Биоразнообразие цианобактериально-водорослевых ценозов в зоне рекреации национального парка «Башкирия»: автореф. дис... канд. биол. наук / Н.В. Суханова; Башк. гос. ун-т. – Уфа, 2008. – 16 с.
14. Хайбуллина, Л.С. Флора и синтаксономия почвенных водорослей и цианобактерий урбанизированных территорий / Л.С. Хайбуллина, Н.В. Суханова, Р.Р. Кабиров. – Уфа : Гилем, 2011. – 216 с.
15. Домрачева, Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития / Л.И. Домрачева. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2005. – 336 с.
16. Трухницкая, С.М. Альгофлора рекреационных территорий красноярской урбоэкосистемы / С.М. Трухницкая, М.В. Чижевская. – Красноярск : КрасГАУ, 2008. – 134 с.
17. Викторов, С.В. Индикационная геоботаника: учеб. пособие / С.В. Викторов, Г.Л. Ремезова – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 168 с.
18. Новаковская, И.В. Почвенные водоросли еловых лесов и их изменения в условиях аэротехногенного загрязнения / И.В. Новаковская, Е.Н. Патова. – Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2011. – 128 с.

## Ингибированные буровые растворы на основе ОМС

Л.А. БЕЛЯЕВА, Л.М. ТОЛКАЧЕВА

При бурении глинистых отложений особенно важно правильно выбрать тип бурового раствора. Для безаварийного бурения с сохранением устойчивости стенок скважины необходимо использовать ингибирующие буровые растворы. Они способны повышать устойчивость глинистых пород, слагающих стенки скважин, предупреждать диспергирование и переход выбуренных глин в состав бурового раствора, иметь повышенную глиноёмкость, снизить осложнённость при бурении и его стоимость. Этим требованиям отвечают предложенные модифицированные ингибирующие буровые растворы на основе ОМС с использованием в качестве ингибитора КСl и КОН.

**Ключевые слова:** буровой раствор, ингибиторы, сапропель, ОМС, надсолевые отложения.

When drilling clay deposits it is especially important to choose the type of boring solution correctly. For accident-free drilling with preservation of stability of walls of a well it is necessary to use inhibiting boring solutions. They are capable to increase stability of the clay breeds composing walls of wells, to prevent dispersing and transition of drilled clays to composition of drilling solution, to have the raised clay capacity, to lower complications when drilling and its cost. The offered modified inhibiting drilling solutions on the basis of organo-mineral materials using KCl and KOH as inhibitor meet these requirements.

**Keywords:** drilling solution, inhibitors, sapropel, organo-mineral materials, oversaline deposits.

**Введение.** В настоящее время рост технико-экономических показателей бурения в значительной степени зависит от качества буровых растворов, а также эффективности техники и технологии их приготовления, обработки и очистки. От качества буровых растворов и их соответствия геологическим условиям зависит скорость бурения, устойчивость приствольной зоны скважины, возможность предотвращения осложнений и аварий, эффективность вскрытия продуктивных пластов, работоспособность и износостойкость бурового оборудования и инструмента, успешность цементирования и, в конечном счете, стоимость строительства скважины.

В процессе углубления качество бурового раствора может изменяться. Для безопасного бурения глинистых пород необходимо уделять большое внимание процессу взаимодействия фильтрата бурового раствора с неустойчивыми глинистыми породами. При повышении фильтрации раствора происходит быстрое увлажнение и набухание глинистых пород. Раствор легко обогащается глинистой фазой, что ведет к ухудшению основных показателей бурового раствора – резкому повышению вязкости, статического напряжения сдвига и содержанию твердой фазы. Разбавление раствора водой до необходимых параметров является неэффективным, т.к. приводит к увеличению его объема и дополнительному расходу реагентов-стабилизаторов. Такая технология не способствует увеличению скорости бурения, хорошему состоянию ствола скважины.

Для успешного решения задач, поставленных перед бурением скважин в интервалах залегания глинистых пород, необходимо подобрать и отработать рецептуры модифицированных буровых растворов. Одним из путей модифицирования буровых растворов является подбор и ввод в них материалов, способных предотвращать гидратацию глин. Такие материалы называются ингибиторами, а буровые растворы, содержащие материалы-ингибиторы, получили название ингибирующих.

Ингибирующие растворы обладают следующими отличительными признаками:

- способностью повышать устойчивость глинистых пород, слагающих стенки скважин;
- способностью предупреждать самозамес, т.е. диспергирование и переход в состав бурового раствора выбуренных глинистых пород;
- меньшей чувствительностью к действию электролитов;
- повышенной глиноёмкостью.

Исследования, проведенные многими учеными [1]–[3], показали, что наиболее эффективное изменение минералогической характеристики глин происходит при взаимодействии их с растворами солей калия, катионы которого наиболее прочно (по сравнению с другими катионами) удерживаются глинистыми минералами и могут считаться почти необменными, если они вошли в межпакетные пустоты в кристаллах монтмориллонита. Ввиду того, что ионы калия являются не гидратирующими катионами, вода не проникает между элементарными пакетами глинистых минералов, вследствие чего не происходит внутривещного набухания.

Обычно сравнительная оценка ингибирования ведется по наличию или отсутствию наработки раствора, сальникообразования, затрудненной проходимости бурового инструмента из-за осыпей и обвалов, прихватов бурильных колонн и др.

Промышленные испытания и внедрение ингибирующих растворов (калиевые растворы, калиевые растворы с известью, с силикатами калия и др.) проводились при бурении скважин в Поволжье, Прикаспийской впадине, Казахстане, Индии и т.д. Во всех случаях было отмечено резкое уменьшение осложнений и кавернообразований из-за осыпей и обвалов глин [1].

Очевидно, что использование этих систем в целом позволит для каждой конкретной геологической условий разработать оптимальные программы бурения (включающие плотность, состав и свойства бурового раствора). Несомненно, такие программы обусловят нормальное, без осложнений, углубление скважин с повышенными технико-экономическими показателями.

Цель работы: отработка рецептур модифицированных ингибирующих буровых растворов для бурения глинистых пород при строительстве скважин в РУП «ПО «Белоруснефть»».

**Объект и методы исследования.** Объектом исследований являются растворы, приготовленные из сапропелей и глинопорошков, модифицирование их с целью повышения ингибирующих свойств и применение при бурении глинистых отложений скважин:

№ 273 «Осташковичской» – в интервале 0–531 метров;

№ 284 «Речицкой» – в интервале 191–930 метров;

№ 102 «В-Первомайской» – в интервале 0–1085 метров;

№ 247 «Осташковичской» – в интервале 199–765 метров;

№ 168 «Ю-Сосновской» – в интервале 0–1240 метров.

Состояние бурового раствора в процессе бурения скважин оценивается по его показателям. Суть контроля сводится к отбору проб раствора и определению их показателей.

Перед отбором проб из емкостей, в которых хранится буровой раствор, содержимое перемешивают с помощью насосов, пока весь объем не станет однородным. Перед замером параметров пробы необходимо интенсивно перемешать раствор на мешалке 15 мин.

Для определения параметров бурового раствора использовались следующие средства и методы [4]:

1) определение плотности бурового раствора: весы рычажные (плотномер ВРП-1); ареометр АГ-3 ПП; пикнометр;

2) определение условной вязкости: вискозиметр ВБР;

3) определение статистического напряжения сдвига: прибор СНС-3; ротационный вискозиметр ВСН-3;

4) определение фильтрации: прибор ВМ-6; фильтр-пресс ФПР-1; прибор ВГ-1М;

5) определение толщины фильтрационной корки: прибор Вика;

6) определение концентрации водородных ионов (рН): универсальный иономер ЭВ-74; индикаторная бумага;

7) определение температуры: термометр ТБР;

8) определение посторонних твердых примесей: металлический отстойник ОМ-2.

**Результаты и их обсуждение.** С использованием теоретических выводов для снижения осложнений при бурении в надсолевых отложениях, на базе лаборатории промысловых жидкостей БелНИПИнефть проведен большой комплекс исследований по повышению ингибирующих свойств буровых растворов на основе сапропелей (ОМС) [5].

ОМС – это природный материал, в котором сбалансировано столько органических и минеральных составляющих, что при модификации получают суспензии, отвечающие требованиям

бурения. Органическая составляющая ОМС, в которую входят биологические субстанции, обеспечивает устойчивую модификацию и в присутствии солей. Это дает возможность использовать раствор на основе ОМС не только при бурении надсолевых отложений, но и при бурении всего ствола скважины и вскрытии продуктивного горизонта.

Впервые буровые растворы на основе ОМС были опробованы в Беларуси. Был приготовлен раствор плотностью 1,02-1,03 г/см<sup>3</sup>, вязкостью 30-40 с, фильтрацией 2-3 см<sup>3</sup>/30 мин, с использованием которого была успешно пробурена скважина. Стабильность системы предопределила дальнейшее использование бурового раствора на основе ОМС. Опыт его применения позволил сократить затраты на материалы на 25-30% [6].

Для повышения ингибирующих свойств стандартного раствора на основе ОМС использовался реагент хлористый калий. Первоначально определялась оптимальная концентрация хлористого калия, влияние его на основные параметры раствора и отрабатывались варианты ввода реагента. Хлористый калий вводился в раствор как в кристаллическом виде, так и в виде рассола плотностью 1,16 г/см. В растворах с повышенной условной вязкостью, при необходимости ее снижения, хлористый калий вводился в виде рассола. Для определения влияния хлористого калия на параметры использовались как модельные (приготовленные в лаборатории), так и растворы со скважины №282 «Речицкая».

Изменение параметров раствора в зависимости от концентрации КСl представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение параметров раствора на основе ОМС при вводе хлористого калия

Состав раствора	Параметры раствора			
	ρ, г/см <sup>3</sup>	τ, с	φ, см <sup>3</sup> /30 мин	СНС, дПа
8% раствор на основе ОМС	1,04	25	3,0	0/0
8% раствор на основе ОМС + 3% КСl	1,05	25	4,0	0/6
8% раствор на основе ОМС + 5% КСl	1,06	26	4,0	0/6
8% раствор на основе ОМС + 7% КСl	1,07	26	5,0	0/6
8% раствор на основе ОМС + 10% КСl	1,10	27	6,0	3/7
8% раствор на основе ОМС + 15% КСl	1,12	27	6,0	3/8
15% раствор на основе ОМС +50% р-ра КСl плотн. 1,16 г/см <sup>3</sup> +40% воды	1,09	46	5,0	5/12
15% раствор на основе ОМС +85% р-ра КСl плотн. 1,16 г/см <sup>3</sup> +40% воды	1,08	42	5,0	5/12
15% раствор на основе ОМС+85% воды+7% КСl кристаллического	1,08	45	5,0	6/9
Раствор со скважины № 282 «Речицкая» +7% КСl	1,07	40	6,0	0/9
	1,11	50	7,0	3/9
Раствор со скважины № 282 «Речицкая» +25% р-ра КСl пл. 1,16 г/см <sup>3</sup>	1,08	114 40	5,0	43/62
	1,10		8,0	23/37

Как видно из таблицы, хлористый калий можно вводить в раствор на основе ОМС как в жидком, так и в товарном виде. Ввод хлористого калия не оказывает отрицательного влияния на основные параметры раствора, фильтрация держалась в пределах 3-8 см<sup>3</sup>/30 мин.

Оценка ингибирующего действия растворов, содержащих различные концентрации КСl, проводилась по изменениям глиноемкости и набухаемости спрессованного глинистого образца в среде исследуемого раствора.

Глиноемкость определяется вводом в исходный раствор сухого глинопорошка при перемешивании и замером условной вязкости. При этом полученные результаты сопоставлены с необработанным раствором. Исследование проводилось с использованием бентонитовой глины.

Результаты исследований глиноемкости ингибирующих растворов на основе  $\text{ОМС}_{\text{KCl}}$  представлены на рисунке 1.

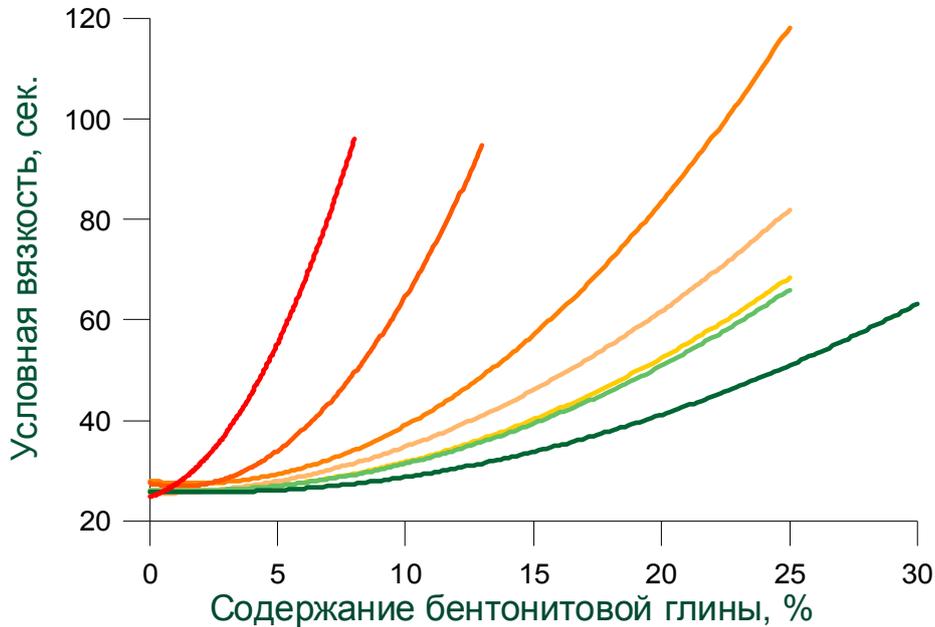


Рисунок 1. Влияние содержания калия на глиноемкость растворов на основе  $\text{ОМС}_{\text{KCl}}$

Как видно из представленных данных, растворы, обработанные хлористым калием, имеют значительно большую глиноемкость. Ингибирующее действие этих растворов повышается с увеличением концентрации хлористого калия.

Коэффициент набухания определяется на тестере линейного расширения Ofite linear swellmeter согласно руководству по эксплуатации.

На рисунке 2 приведено изменение коэффициента набухания глинопорошка во времени в растворах хлористого калия различных концентраций. Как видно из рисунка, низкие значения коэффициента набухания глинопорошка в 7-15%-ных водных растворах KCl свидетельствуют о высокой ингибирующей способности этих систем.

Результаты лабораторных исследований позволили предложить раствор на основе ОМС, ингибированный реагентом KCl ( $\text{ОМС}_{\text{KCl}}$ ), для промышленных испытаний при бурении глинистых надсолевых отложений.

При эксплуатации ингибирующего бурового раствора на основе  $\text{ОМС}_{\text{KCl}}$  необходимо проводить постоянный контроль за содержанием твердой фазы и ионов калия, которое должно поддерживаться в пределах 3-5%. Содержание ионов калия в растворе оценивается по результатам лабораторных анализов согласно «Методике определения ионов  $\text{K}^+$ » [4].

Следующим этапом по разработке рецептур модифицированных ингибирующих растворов на основе ОМС было использование в составе раствора гидроксида калия. В отличие от типовой рецептуры раствора на основе ОМС в процессе приготовления раствора для диспергирования сырья вместо гидроксида натрия использовалась гидроксид калия, которая являлась одновременно и источником ионов  $\text{K}^+$ .

В данном случае раствор готовился со стандартной вязкостью 25 с. Показатель фильтрации раствора после разбавления водой остается практически без изменения и не требует дообработок.

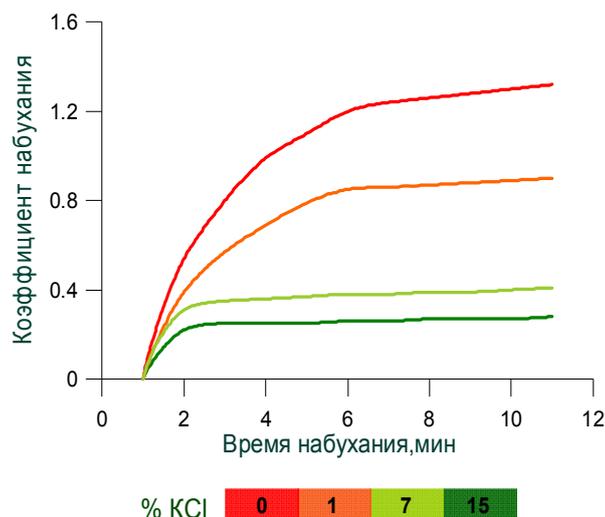


Рисунок 2. Изменение коэффициента набухания глинопорошка во времени

Раствор на основе ОМСкон совместим со всеми используемыми в настоящее время реагентами.

Для определения оптимальной концентрации гидроксида калия органо-минеральное сырье диспергировалось в растворах различных концентраций (от 3% до 6%).

Ингибирующая способность растворов на основе ОМСкон, содержащих различные концентрации ионов калия, оценивалась также по их глиноемкости и набуханию спрессованного глинистого образца в фильтрате бурового раствора. Результаты сопоставлялись с типовым раствором на основе ОМС (диспергированном в 1,5%-ном растворе NaOH).

Глиноемкость растворов на основе ОМСкон в зависимости от технологии приготовления пасты представлена на рисунке 3.

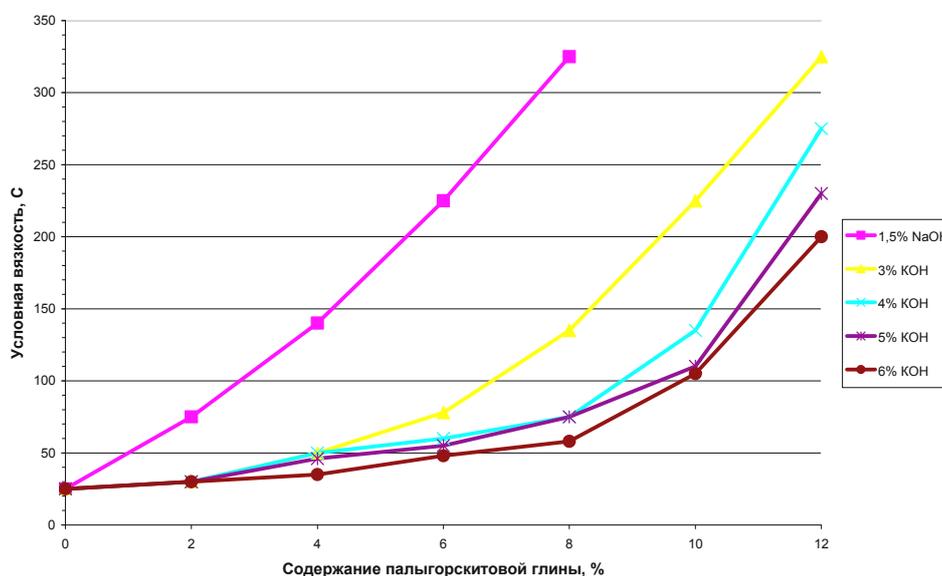


Рисунок 3 – Глиноемкость растворов на основе ОМС в зависимости от технологии приготовления пасты

Как видно из рисунка, растворы на основе ОМСкон имеют более высокую глиноемкость, что свидетельствует о повышенных ингибирующих свойствах раствора.

Определена оптимальная концентрация реагента KOH для диспергирования органо-минерального сырья (4%-ный раствор KOH), при которой обеспечивался удовлетворительный ингибирующий эффект.

Преимущество ингибирующих свойств раствора ОМС<sub>кон</sub> по отношению к типовому раствору на основе ОМС<sub>NaOH</sub> наглядно видно при погружении спрессованных образцов глины (в виде таблеток) в фильтраты растворов на основе ОМС<sub>NaOH</sub> и ОМС<sub>кон</sub>: наблюдается набухание образца в фильтрате ОМС<sub>NaOH</sub> до полного поглощения фильтрата, в среде фильтра ОМС<sub>кон</sub> образец разрушился без резкого набухания.

Ингибирующий раствор на основе ОМС<sub>кон</sub> был также рекомендован для промышленных испытаний при бурении глинистых надсолевых отложений.

**Заключение.** При бурении глинистых отложений особенно важно правильно выбрать тип бурового раствора. Для безаварийного бурения с сохранением устойчивости стенок скважины необходимо использовать ингибирующие буровые растворы.

Результаты лабораторных исследований показали, что модифицированные растворы на основе ОМС обладают повышенными ингибирующими свойствами.

Проведенные в РУП «ПО «Белоруснефть»» промышленные испытания при бурении надсолевых отложений модифицированных буровых растворов доказали их высокую ингибирующую способность и подтвердили целесообразность ингибирования глинистых пород при бурении скважин. Модифицированные растворы были испытаны при бурении 5 скважин.

Ингибирующие растворы способствовали предотвращению гидратации глин, тем самым повышалась устойчивость глинистых пород, слагающих стенки скважины. Было также отмечено нормальное, без осложнений, углубление скважины, уменьшение кавернообразования из-за отсутствия осыпей и обвалов. В процессе бурения не наблюдался рост вязкости за счет поступления глинистого шлама в буровой раствор, что способствовало повышению механической скорости бурения. Так, средняя механическая скорость с применением данного типа раствора составила 2,48 м/час, тогда как при бурении других скважин, где применялся глинистый раствор, средняя механическая скорость составила 1,85 м/час. Применение ингибирующих растворов привело к снижению затрат на их приготовление и эксплуатацию по сравнению с типовыми растворами, используемыми при бурении глинистых отложений. Ингибирующие буровые растворы просты в приготовлении и эксплуатации. Использование ингибирующих буровых растворов на основе ОМС при бурении месторождений Беларуси показало их эффективность, перспективность и возможность в полном объеме выполнить геологическое задание.

### Литература

1. Новиков, В.С. Устойчивость глинистых пород при бурении скважин / В.С. Новиков. – М. : Недра, 2000. – 271 с.
2. Калинин, А.Г. Справочник инженера-технолога по бурению глубоких скважин / А.Г. Калинин, Р.А. Ганджумян, А.Г. Мессер; под ред. А.Г. Калинина. – М. : Недра, 2005. – 808 с.
3. Новиков, В.С. Влияние гидротермальных условий на характер взаимодействия катионов калия с глинистой породой / В.С. Новиков, А.Е. Долгих // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М. : ВНИИОЭНГ, 1996. – № 7. – С. 15-18.
4. Рязанов, Я.А. Справочник по буровым растворам / Я.А. Рязанов. – М. : Недра, 1979. – С. 49-61.
5. Шмавонянц, В.Ш. Сапропелевые облегченные буровые и тампонажные растворы. Особенности технологии строительства нефтяных скважин в Белоруссии. Сборник научных трудов / В.Ш. Шмавонянц, И.И. Лиштван, Л.А. Беляева. – Минск : Гостоптехиздат, 1989. – 178 с.
6. Синкевич, Э.С. Новые материалы для буровых растворов, поиск и освоение нефтяных ресурсов РБ / Э.С. Синкевич, Т.М. Толкачёва. – Минск : Изд-во БелНИГРИ, 1999. – С. 280–319.

УДК 592:631.4:574.4:633.2.03(255):591.5

## Комплексы почвообитающих беспозвоночных пойменной экосистемы в условиях сенокосно-пастбищного использования

В.Н. ВЕРЕМЕЕВ, А.В. ГУЛАКОВ

Приводятся сравнительные данные по видовому разнообразию и численности почвообитающих беспозвоночных пойменных луговых экосистем в условиях сенокосно-пастбищного использования. Показано, что в пойменной экосистеме с увеличением продуктивности растительности численность почвообитающих беспозвоночных возрастает.

**Ключевые слова:** видовое разнообразие, почвообитающие беспозвоночные, пойменные луговые экосистемы, продуктивность, численность.

The article cites comparative data on a specific diversity and number of soil-invertebrates of inundated meadow ecosystems in the conditions of hay-pasture use. It is shown that with augmentation of efficiency of vegetation the number of soil-invertebrates increases.

**Keywords:** specific diversity, soil invertebrates, inundated meadow ecosystems, efficiency, number

**Введение.** Функционирование луговых экосистем в экологическом аспекте невозможно без постоянного воздействия на фитоценотические элементы пойменных экосистем, которые в далеком прошлом осуществлялись компонентами зооценозов (копытные животные, напочвенные и почвообитающие беспозвоночные). Позже функционирование луговых экосистем подерживалось преимущественно за счет использования их для выпаса сельскохозяйственных животных и сенокосения. Без постоянного сбалансированного воздействия на фитоценоз пойменных лугов они деградируют и замещаются кустарниковыми сообществами.

Примером этого является ситуация, когда с 1990-х годов наблюдалась тенденция сокращения площадей используемых в сельскохозяйственном производстве пойменных лугов с 308,3 тыс. га [1] до 169,7 тыс. га [2]. На территории Гомельской области, где находится более половины всех пойменных лугов Беларуси, их площади также сократились почти в 2 раза, что было связано с уменьшением потребности в кормах за счет сокращения поголовья крупного рогатого скота [3].

Важным становится не только констатация складывающейся ситуации, но и выявление тенденций и прогноз изменений, происходящих в зооценозах в ходе антропогенного пресса и влияния других экологических факторов, осуществления чего невозможно без проведения зоологического мониторинга различных групп позвоночных и беспозвоночных животных, изучения средообразующих и фоновых видов зооценозов [4].

Ввиду этого, изучение состояния комплексов почвообитающих беспозвоночных пойменных луговых экосистем в условиях сенокосно-пастбищного использования представляет определенный практический и теоретический интерес [5], [6].

**Материалы и методы.** Изучение состава и численности почвенной мезофауны проводилось в пойменной экосистеме в правобережье реки Сож выше впадения реки Ипути на широкой плоской равнине восточнее д. Поколюбичи на территории Гомельского и Ветковского районов Гомельской области в 2009-2012 годах.

Данные по составу и численности основных групп основывались на материале почвенно-зоологических исследований, выполненных по стандартной методике [7], [8]. Пробы брались размером 25 x 25 см и глубиной 40 см.

Изучались состав и численность основных групп почвенной мезофауны в 4 биотопах, представляющих собой экологический ряд по степени увеличения увлажнения: прирусловая грива, плоская повышенная равнина центральной поймы, плоская пониженная равнина центральной поймы, низина притеррасной поймы.

*Луговая экосистема на гриве прирусловой поймы*Ассоциация *Poa angustifolii-Festucetum valesiacae*.

Почва луговой экосистемы аллювиально-дерновая, слабо развитая, мелкозернисто-связнопесчаная, кислая, бедная гумусом, с малым содержанием фосфора и калия.

Травостой луговой экосистемы пепельно-зеленый от вегетативных органов растений и соцветий овсяницы валлисской и мятлика узколистного с рассеянными соцветиями желтого цвета молочая лозного (*Euphorbia vilgata*), подмаренника настоящего (*Galium verum*). Высота основной массы травостоя 20 см. Общее проективное покрытие травостоя 70–80%. Его основу составляют содоминанты: мятлик узколистный и овсяница валлисская. Видовая насыщенность луговой экосистемы колеблется от 20 до 33 видов, среднее число видов – 25.

Продуктивность травостоя луговой экосистемы первого укоса колебалась от 7,5 до 10,6 ц/га, средняя продуктивность составила 8,9 ц/га среднего качества.

*Луговая экосистема на повышенной равнине центральной поймы*

Ассоциация *Poa-Festucetum pratensis*. Почва луговой экосистемы аллювиально-дерновая, пылевато-песчанисто-связнопесчаная, среднебогатая гумусом, кислая, бедная подвижными формами фосфора и калия.

Травостой луговой экосистемы пепельно-зеленый от соцветий злаков с желтыми вкраплениями лядвенца рогатого (*Lotus cornicularis*), лютика едкого (*Ranunculus acris*), белыми – подмаренника мареновидного (*Galium rubioides*).

Проективное покрытие травостоя составляло 70–75%, высота 30 (70) см. Основу его составляют содоминанты: овсяница луговая (*Festula pratensis*) и мятлик луговой (*Poa pratensis*), а также постоянные виды: кострец безостый (*Bromopsis inermis*), таволга обыкновенная (*Filipendula vulgaris*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*).

Флористическая насыщенность луговой экосистемы колебалась от 29 до 41 вида, среднее число – 32 вида.

Хозяйственная продуктивность травостоя луговой экосистемы колебалась от 10,7 до 15,4 ц/га, в среднем составляла 12,3 ц/га сена высокого качества.

*Луговая экосистема на пониженной равнине центральной поймы*Ассоциация *Poa-Festucetum pratensis Alopecurus pratensis var.*

Почва луговой экосистемы аллювиально луговая, глеевая, пылевато-супесчанисто-легкосуглинистая, среднебогатая гумусом, среднекислая с высокой степенью насыщенности основаниями, бедная подвижными формами фосфора и калия.

Луговая экосистема характеризуется темно-зеленым с сероватым оттенком от соцветий доминантных видов растений аспектом и одиночными белыми соцветиями звездочки злаковидной и подмаренника мягкого. Высота основной массы травостоя 30 см, самых высоких растений – 65 см. Проективное покрытие травостоя 80–85%. Основу составляют содоминанты: мятлик луговой и овсяница луговая, а также лисохвост луговой, мятлик болотный (*Poa palustris*), осока черная, подмаренник северный (*Galium boreale*), горошек мышиный (*Viola cracca*), лютик золотистый (*Ranunculus auricomus*), фиалка собачья (*Viola canina*), полевица гигантская (*Agrostis gigantean*), одуванчик лекарственный. Всего в травостое луговой экосистемы встречено от 28 до 39 видов сосудистых растений, среднее число – 35 видов.

Продуктивность травостоя луговой экосистемы в первом укосе составила в среднем 17,9 ц/га сена высокого качества.

*Луговая экосистема на низине притеррасной поймы*Ассоциация *Glycerio maximae – Caricetum acutae*.

Почва луговой экосистемы аллювиально-болотная, дерново-глеевая пылевато-песчанисто-среднесуглинистая, богатая гумусом, сильнокислая, с невысокой степенью насыщенности основаниями, очень бедная подвижными формами фосфора и калия.

Травостой луговой экосистемы ярко-зеленый от вегетативных органов растений. Высота основной массы травостоя 100 см, самых высоких растений 110 см. Проективное покрытие травостоя 100%. Его основу составляют содоминанты осока острая и манник болотный с участием вербейника обыкновенного, мяты полевой, окопника лекарственного, осоки пузырчатой и др.

Всего в луговой экосистеме отмечено от 14 до 25 видов сосудистых растений.

Продуктивность травостоя луговой экосистемы в первом укосе составляла в среднем 25,5 ц/га сена низкого качества.

При описании биотопов, определении биоразнообразия растительности использовались методики, консультации и материалы Л.М. Сапегина и Н.М. Дайнеко [9], за что авторы статьи выражают им глубокую признательность.

Статистическая обработка материалов проводилась с использованием программ статистических пакетов Statistica 6.0., SPSS 13.0 for Windows.

**Результаты и их обсуждение.** В самом сухом из обследованных биотопов на гриве прирусловой поймы в комплексе почвообитающих беспозвоночных преобладают жесткокрылые. Среди них доминируют представители семейств долгоносиков и жужелиц. Среди долгоносиков преобладает *Strophosomas cupitatum*, единично встречается *Ottiorhynchus ovatus* (таблица 1). В комплексе жужелиц преобладает растительоядный вид *Amara eanae* и *Bembidion properans*, в меньшем количестве встречаются виды *Amara plebeja* и *Microlestes minutulus*.

Довольно многочисленны стафилиниды, реже встречаются чернотелки *Opatrum sabulosum* и *Crypticus quisquilius* являющиеся индикаторами ксерофилизации и остепнения. Первый вид является вредителем сельскохозяйственных культур. Остальные представители жесткокрылых встречаются сравнительно редко.

Таблица 1 – Видовой состав и численность почвенной мезофауны пойменной экосистемы в условиях сенокосно-пастбищного использования в экзemplярах на 1 квадратный метр

Беспозвоночные	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Низина притеррасной поймы
Lumbricidae	22,0±10,1	58,0±9,6	244,0±36,8	133,0±19,2
<i>Lumbricus rubellus</i> Savigny, 1826	0	2,0±1,4	56,0±14,4	14,0±4,8
<i>Apporrectodea caliginosa</i> Savigny, 1826	22,0±10,1	56,0±9,6	176,0±38,4	97,0±16,3
<i>Nicodrillus roseus</i> Savigny, 1826	0	0	4,0±3,2	4,0±3,2
Коконь Lumbricidae	0	0	8,0±4,8	18,0±6,4
Aranea	25,0±8,0	26,0±4,8	19,0±4,8	50,0±6,4
Acari	11,0±4,7	0	0	0
<i>Dermacentor pictus</i>	3,0±1,7	0	0	0
<i>Trombidium sp.</i>	8,0±4,0	0	0	0
Myriapoda	0	5,0±2,0	3,0±1,7	0
<i>Litobius farficatus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,0	2,0±1,4	0
Geophilidae	0	4,0±1,8	1,0	0
Coleoptera	63,0±6,4	90,0±14,4	36,0±9,6	29,0±9,6
Scarabidae	3,0±1,7	9,0±4,8	2,0±2,0	1,0
<i>Melolontha melolontha</i> (Linnaeus, 1758)	0	9,0±4,8	2,0±2,0	1,0
<i>Melolontha hippocastani</i> (Fabricius, 1801)	3,0±1,7	0	0	0
Elateridae	1,0	49,0±10,1	4,0±2,4	7,0±2,6
<i>Agriotes lineatus</i> Linnaeus, 1767)	0	47,0±11,2	4,0±2,4	3,0±1,7
<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1767)	1,0	0	0	0

Продолжение таблицы 1

Беспозвоночные	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Низина притеррасной поймы
<i>Selotosomus latus</i> (Fabricius, 1801)	0	0	0	3,0±2,2
<i>Lacon murinus</i> (Linnaeus, 1758).	0	1,0	0	0
<i>Synaptus filiformis</i> (Fabricius, 1781)	0	1,0	0	1,0
Byrrhidae	0	2,0±1,4	0	0
<i>Simplocaria</i> Stephens, 1830	0	2,0±1,4	0	0
Tenebrionidae	2,0±1,4	1,0	0	0
<i>Opatrum sabulosum</i> (Linnaeus, 1758)	1,0	0	0	0
<i>Crypticus quisquilius</i> (Linnaeus, 1761)	1,0	1,0	0	0
Silphidae	1,0	0	1,0	0
<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1761)	0	0	0	0
<i>Silpha obscura</i> (Linnaeus, 1758)	1,0	0	1,0	0
Carabidae	22,0±6,8	10,0±2,9	17,0±6,0	9,6±3,2
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	3,0	0	2,0±1,4	0
<i>Amara eanae</i> (Deeger, 1774)	9,0±3,5	2,0±1,4	0	0
<i>Harpalus rufipes</i> (Deeger, 1774)	0	2,0±1,4	0	0
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	0	2,0±1,4	1,0	0
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	0	1,0	0	0
<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)	7,0±4,8	1,0	0	0
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	0	1,0	10,0±4,1	4,0±2,3
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1754)	0	0	4,0±2,3	6,0±2,0
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,0	0	0
<i>Microlestes minutulus</i> (Gooze, 1777)	3,0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	1,0
<i>Ilubius fuliginosus</i> (Fabricius, 1781)	0	0	0	1,0
Eucinetus	2,0±2,0	0	0	0
<i>Eucinetus haemorrhoidales</i> (Germar, 1818)	2,0±2,0	0	0	0
Curculionidae	28,0±10,2	14,0±6,4	0	0
<i>Ottiorhynchus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	2,0±2,0	14,0±6,4	0	0
<i>Strophosomas cupitatum</i> (Deeger 1775)	26,0±9,6	0	0	0
Coccinellidae	0	1,0	2,0±2,0	0
<i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)		1,0	2,0±2,0	0

Окончание таблицы 1

Беспозвоночные	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Низина притеррасной поймы
Staphylinidae	4,0±2,4	4,0±1,8	10,0±3,2	9,0±4,8
Hemiptera	16,0±6,4	0	–	0
Diptera	6,0±3,2	2,0±1,4	4,0±3,2	0
Tipulidae	0	0	3,0±2,2	0
<i>Pales sp.</i>	0	0	3,0±2,2	0
Asilidae	6,0±3,3	1,0	0	0
<i>Leptogaster Mg</i>	0	1,0	0	0
<i>Apoclea helvipes</i>	1,0	0	0	0
<i>Neoitamus cuanurus</i>	5,0±3,2	0	0	0
Empidae	0	0	1,0	0
<i>Ocydtomia sp.</i>	0	0	1,0	0
Tabanidae	0	1,0	0	0
<i>Crusops Meig.</i>	0	1,0	0	0
Lepidoptera	10,0±3,2	0	2,0±1,4	0

По сравнению с жесткокрылыми, численность пауков и дождевых червей почти в 3 раза меньше. Представлены дождевые черви одним видом – пашенным червем, являющимся экологически пластичным видом.

Довольно многочисленны напочвенные клопы, встреченные только в этом биотопе. Также только на гриве прирусловой поймы встречены клещи, среди которых *Dermacentor pictus* является кровососущим видом, являющимся переносчиком вируса клещевого энцефалита. В меньшем количестве встречались чешуекрылые и двукрылые.

На повышенной равнине центральной поймы, также как на гриве прирусловой поймы, доминируют жесткокрылые. В комплексе жесткокрылых, в отличие от гривы прирусловой поймы, где доминируют долгоносики и жужелицы, преобладают щелкуны. Среди них доминирует полосатый щелкун, являющийся вредителем злаковых культур, его численность весьма значительна и составляет около 50 экз./м<sup>2</sup>. Единично встречаются *Lacon murinus* и *Synaptus filiformis*. Кроме щелкунов, на долю которых приходилось более половины численности жесткокрылых обитателей почв повышенной равнины центральной поймы, также как и на прирусловой гриве, значительна численность долгоносиков. Среди них доминирует *Ottiorhynchus ovatus*, численность которого на гриве прирусловой поймы была невелика. Довольно значительна численность жужелиц и пластинчатоусых жуков. Среди жужелиц доминируют виды *Amara eanae*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus rubripes*, остальные виды встречаются реже. Пластинчатоусые жуки представлены одним видом – западным майским хрустом. Реже встречаются стафилиниды. В небольшом количестве отмечены виды пилильщиков, чернотелок, представленных видом *Crypticus quisquilius* и тлевых коровок.

Кроме жесткокрылых, многочисленны дождевые черви, представленные видами *Apporrectodea caliginosa* и *Lumbricus rubellus*. Численность пауков в 2 раза меньше по сравнению с дождевыми червями. В меньшем количестве отмечены многоножки геофилиды и двукрылые, представленные ктырями и личинками слепней.

Почвообитающие беспозвоночные пониженной равнины центральной поймы отличаются среди обследованных биотопов наибольшей численностью. В отличие от гривы прирусловой поймы и повышенной равнины центральной поймы, где в комплексе почвообитающих беспозвоночных преобладают жесткокрылые, здесь доминируют дождевые черви, численность которых около 250 экз./м<sup>2</sup>. Доминирует *Apporrectodea caliginosa*, реже встречается *Lumbricus rubellus*, в меньшем количестве отмечен *Nicodrilus roseus*.

Численность жесткокрылых почти в 7 раз меньше по сравнению с дождевыми червями. В комплексе жесткокрылых преобладают жужелицы. Среди них доминирует *Bembidion lampros*, реже встречаются *Clivina fossor* и *Amara plebeja*. Единично отмечен вид *Harpalus rubripes*.

Кроме жужелиц, значительна численность стафилинид, реже встречаются щелкуны, представленные видом *Agriotes lineatus*, в небольшом количестве отмечены тлевые коровки и мертвоеды.

Кроме жесткокрылых, довольно многочисленны паукообразные, в меньшем количестве встречаются многоножки, представленные, в основном видом *Litobius farficatus*, реже встречаются личинки двукрылых – комары-долгоножки и эмпииды, единично – личинки чешуекрылых.

В низине притеррасной поймы численность почвообитающих беспозвоночных меньше по сравнению с пониженной равниной центральной поймы, однако здесь также преобладают дождевые черви. Доминантным является вид *Apporrectodea caliginosa*, реже встречается *Lumbricus rubellus*, единично *Nicodrilus roseus*.

В отличие от пониженной равнины центральной поймы, где второй по численности группой были жесткокрылые, на понижении центральной поймы этой группой являются пауки, жесткокрылые занимают третью позицию. В комплексе жесткокрылых доминируют стафилиниды и жужелицы. Среди жужелиц преобладают виды *Clivina fossor* и *Bembidion lampros*, являющиеся обитателями влажных биотопов. Меньше численность щелкунов, представленных фоновыми видами *Agriotes lineatus* и *Selotosomus latus*, являющиеся вредителями сельскохозяйственных культур. Единично встречаются плавунцы – типичные обитатели водоемов. В данном биотопе отсутствуют многоножки, двукрылые и чешуекрылые, что, по-видимому, определяется избыточным переувлажнением почвы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в относительно сухих биотопах – гриве прирусловой поймы и повышенной равнине центральной поймы – в комплексе почвообитающих беспозвоночных преобладают жесткокрылые, среди которых наибольшей численностью отличаются представители семейств долгоносиков, щелкунов, жужелиц и пластинчатоусых жуков. Численность дождевых червей значительно меньше.

В более влажных биотопах – повышенной равнине центральной поймы и на понижении центральной поймы – основу комплекса почвенной мезофауны составляют дождевые черви с доминантным видом *Apporrectodea caliginosa*. Численность жесткокрылых значительно меньше. Эти данные свидетельствуют о том, что степень увлажнения почвы оказывает существенное влияние на структуру сообществ почвообитающих беспозвоночных.

Как показывают проведенные исследования, изученные пойменные луговые экосистемы, расположенные по градиенту увлажнения отличаются не только по видовому разнообразию и численности почвообитающих беспозвоночных, но и по продуктивности растительности (таблица 2).

Таблица 2. Численность почвообитающих беспозвоночных животных и продуктивность растительности пойменной экосистемы

Количественные характеристики	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Низина притеррасной поймы
Средняя численность почвообитающих беспозвоночных (экз./м <sup>2</sup> )	153,0±21,1	181,0±16,0	308,0±36,9	212,0±19,3
Средняя продуктивность покрывного растительного покрова (ц/га)	8,9	12,3	17,9	25,5

Анализ регрессионной модели показывает, что в ряду обследованных биотопов пойменной экосистемы: грива прирусловой поймы – повышенная равнина центральной поймы – пониженная равнина центральной поймы – низина притеррасной поймы, имеется корреляционная зависимость между численностью почвообитающих беспозвоночных и продуктивностью покрывного растительного покрова, описывается регрессионным уравнением  $y = 283,735 + 62,207x - 1,720x^2$ .

Проведенный регрессионный анализ показал, что по мере увеличения продуктивности растительности имеется тенденция увеличения численности почвообитающих беспозвоночных.

Это определяется тем, что увеличение объема первичной продукции в пойменной экосистеме приводит к увеличению численности животных на втором и последующих трофических уровнях.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что в относительно сухих биотопах – гриве прирусловой поймы и повышенной равнине центральной поймы – в комплексе почвообитающих беспозвоночных преобладают жесткокрылые, среди которых наибольшей численностью отличаются представители семейств долгоносиков, щелкунов, жужелиц и пластинчатоусых жуков. Численность дождевых червей значительно меньше.

В более влажных биотопах – пониженной равнине центральной поймы и в низине при-террасной поймы – основу комплекса почвенной мезофауны составляют дождевые черви с доминантным видом *Apporrectodea caliginosa*. Численность жесткокрылых значительно меньше. Эти данные свидетельствуют о том, что степень увлаженности почвы оказывает существенное влияние на структуру сообществ почвообитающих беспозвоночных.

Установлено, что в пойменной экосистеме по мере увеличения продуктивности растительности имеется тенденция увеличения численности почвообитающих беспозвоночных. Это определяется тем, что увеличение объема первичной продукции в пойменной экосистеме приводит к увеличению численности животных на втором и последующих трофических уровнях.

### Литература

1. Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, гэадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
2. Круганова, Е.А. Луговая растительность / Е.А. Круганова // Растительный покров Беларуси. – Минск : Наука и техника, 1969. – С. 23–29.
3. Сапегин, Л.М. Пойменные луга Белорусского Полесья, их хозяйственное использование, улучшение и охрана / Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко // Пойменные луговые экосистемы как объекты с высоким фиторазнообразием, их изучение и картирование, международный научно-практический семинар: материалы Международного научно-практического семинара «Пойменные луговые экосистемы как объекты с высоким фиторазнообразием, их изучение и картирование», Гомель, 11-12 июня 2009 г. / редкол.: Л.М. Сапегин (отв. ред) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – С. 6–12.
4. Хотько, Э.И. Почвенная фауна Беларуси / Э.И. Хотько. – Минск.: Навука і тэхніка, 1993–252 с.
5. Веремеев, В.Н., Структура и биомасса почвенной мезофауны в условиях динамики разнообразия растительности пойменных лугов юго-востока Беларуси / В.Н. Веремеев // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2009. – Т. 2, вип. 17. – С. 20–24.
6. Веремеев, В.Н. Почвенная мезофауна в условиях динамики продуктивности растительности пойменных лугов юго-востока Беларуси / В.Н. Веремеев // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 34–39.
7. Гиляров, М.С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров. – М. : Наука, 1965. – 278 с.
8. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю.Б. Бызова [и др.]; под ред. М.С. Гилярова, Б.Р. Стригановой. – М. : Наука, 1987 – 288 с.
9. Сапегин, Л.М. Пойменные луга р. Сож пригорода г. Гомеля / Л.М. Сапегин, Н.М. Дайнеко; М-во образ. РБ, ГГУ им. Ф.Скорины. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 115 с.

УДК 595.79 (476)

## Определительная таблица подотрядов и семейств перепончатокрылых (Ectognatha, Hymenoptera) зеленых насаждений Беларуси

Г.Г. Гончаренко, Н.Г. Галиновский, Т.В. Азявчикова

В статье приведена определительная таблица семейств перепончатокрылых, которые обитают в зеленых насаждениях различного типа Беларуси. Определительные таблицы построены по шведской системе и включают в себя основные морфологические признаки имаго, которые могут в большинстве случаев идентифицировать насекомое в полевых условиях. Детальные рисунки, сопровождающие определительные таблицы способствуют более точному определению.

**Ключевые слова:** перепончатокрылые, зеленые насаждения, определительные таблицы

There is attributive table of hymenopterans' families which live in the green plantings of various type of Belarus resulted in the article. Attributive tables are constructed on the Swedish system and include the basic morphological signs of imago which can identify in most cases an insect in field conditions. The detailed drawings accompanying attributive tables promote more exact definition.

**Keywords:** hymenoptera, green plantings, definitive tables

Перепончатокрылые – один из самых крупных отрядов насекомых, насчитывающий не менее 200 тыс. видов [8]. У перепончатокрылых наиболее сильно развиты инстинкты среди мира насекомых. В этом отряде имеются общественные насекомые (муравьи, пчелы, шмели), галлообразователи, паразиты. Питание представителей этого отряда крайне разнообразно: есть растительноядные формы, сапрофиты, паразиты и хищники. Среди представителей перепончатокрылых имеется большое количество как хозяйственно-ценных, так и вредителей сельского и лесного хозяйства. Поэтому разработка определительных таблиц, позволяющих оперативно устанавливать таксономическую принадлежность перепончатокрылых в полевых и лабораторных условиях, является крайне актуальной. В нашей ранней работе была составлена определительная таблица для семейств чешуекрылых Беларуси и сопредельных государств [2].

Целью данной работы является составление определительных таблиц для подотрядов и семейств перепончатокрылых зеленых насаждений Беларуси и сопредельных территорий.

### *Краткая характеристика перепончатокрылых*

Характерная морфологическая особенность перепончатокрылых – неподвижное сочленение переднеспинки со среднегрудью (рисунки 1; 2), тогда как переднегрудь сочленяется с переднеспинкой подвижно. В состав груди большинства перепончатокрылых (подотряд *Aroscrita*) входит первый сегмент брюшка – *промежуточный сегмент* (рисунок 2,9). У пчелиных и сфекоидных ос задние углы переднеспинки образуют так называемые *плечевые бугры* (рисунок 2,10), которые прикрывают дыхальце. Среднегрудь – наиболее сильно развитая часть груди, внутри которой помещается мощная мускулатура передних крыльев. Она состоит из среднеспинки (*мезонотум*), разделенной поперечным швом на собственно среднеспинку (*скутум*) и щиток (*скутеллюм*), и среднегрудки (рисунок 1). По бокам от щитика имеются два треугольных участка, называемые *аксиллами*. От переднего края среднеспинки назад часто проходят две бороздки, называемые *парапсидальными*. Части боков заднегрудки сильно редуцированы, в верхней части заднегрудки сильно развита заднеспинка, у представителей подотряда *Symphyla*, кроме *Cerphidae*, на ней развиты округлые выступы – *ценхри*.

Крылья могут быть хорошо развитыми, редуцированными или отсутствовать. В передней части основания крыла развита пластинка *тегула*, или крыловая крышечка (рисунок 2, 5),

которая обычно прикрывает сверху аксиллярные склериты. В отряде наблюдается ярко выраженная тенденция к редукции и слиянию жилок. Часто по переднему краю переднего крыла проходит костальная жилка, которая может прерываться утолщением мембраны крыла, называемым стигмой, или *птеростигмой* (рисунок 3). Жилка, идущая по переднему краю крыла дистальнее птеростигмы, называется *метакарпом*. Особенности строения крыла Hymenoptera также является складывание крыльев пополам вдоль продольной складки у Vespoidea, некоторых видов Pompiloidea и некоторых Diapriidae, а также перокрытость мелких хальцид, т.е. обрамление узкой мембраны крыла очень длинными волосками.

Конечности перепончатокрылых состоят из тазаика, вертлуга, бедра, голени и лапки (рисунок 1). Имеются формы с собирательными конечностями, у которых широкая задняя голень образует корзиночку (рис. 4, 20; 9).

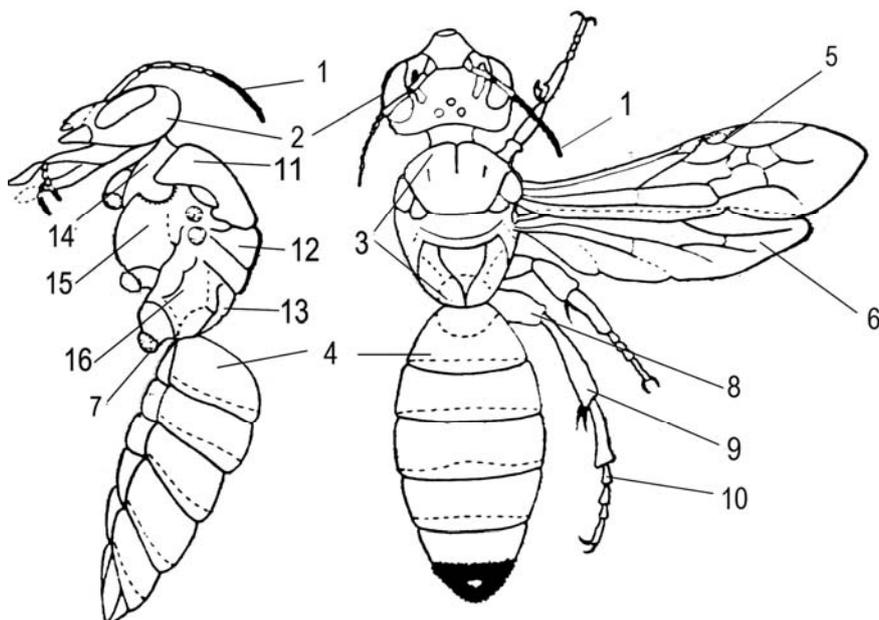


Рисунок 1 – 1 – усики; 2 – голова; 3 – грудь; 4 – брюшко; 5 – переднее крыло; 6 – заднее крыло; 7 – вертлуг; 8 – бедро; 9 – голень; 10 – лапка; 11 – переднеспинка; 12 – среднеспинка; 13 – заднеспинка; 14 – переднегрудь; 15 – среднегрудь; 16 – заднегрудь.

Общий вид перепончатокрылых на примере *Andrena* sp. [6]

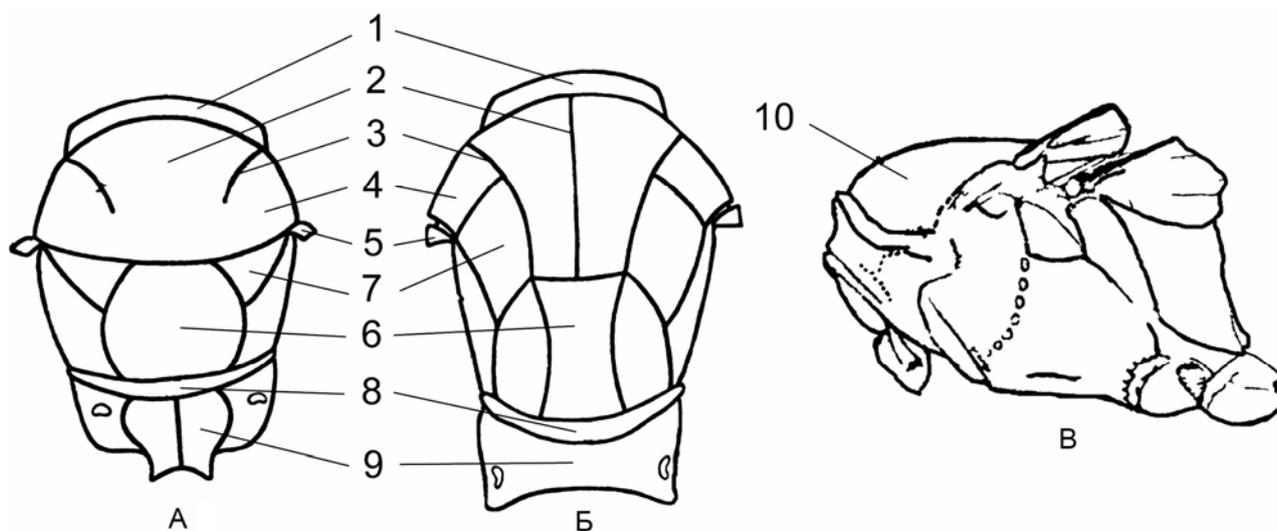


Рисунок 2 – А и Б – Chalcididae, В – Colletidae. 1 – переднеспинка; 2 – щит переднеспинки; 3 – парасиды; 4 – лопатки (*scapulae*); 5 – надкрыловые пластинки (*tegulae*); 6 – scutellum; 7 – аксиллы (*axillae*); 8 – часть заднеспинки; 9 – промежуточный сегмент (*propodeum*); 10 – плечевые бугры.

Элементы строения груди некоторых перепончатокрылых [3], [6]

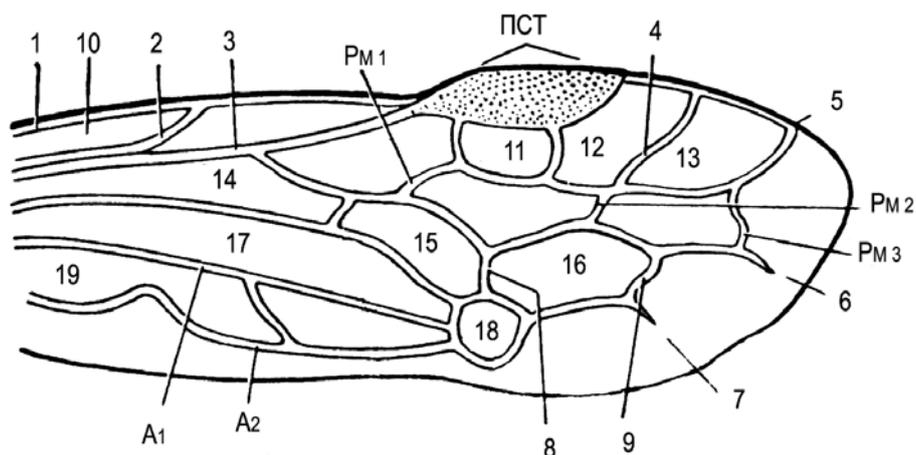


Рисунок 3 – 1 – костальная жилка; 2 – субкостальная жилка; 3 – радиальная жилка; 4 – поперечно-радиальная жилка; 5 – радиальный сектор; 6 – медиальная жилка; 7 – кубитальная жилка; 8–9 – 1-я и 2-я возвратные поперечные жилки; 10 – костальная ячейка; 11–13 – 1-я, 2-я и 3-я радиальные ячейки; 14 – базальная ячейка; 15–16 – 1-я и 2-я медиальные ячейки; 17–18 – 1-я и 2-я кубитальные ячейки; 19 – анальная ячейка; РМ – радиально-медиальные поперечные жилки (1-3-я); ПСТ – птеростигма; А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub> – 1-я и 2-я анальные жилки.

Схема жилкования переднего крыла перепончатокрылых на примере пилильщика [1]

Брюшко перепончатокрылых в генерализованном состоянии состоит из 10 сегментов. Первый из них у стебельчатобрюхих вошел в состав груди (промежуточный сегмент), таким образом, первый видимый сегмент морфологически является вторым. В систематике счет сегментов обычно ведется с этого морфологически второго сегмента.

*Определительная таблица подотрядов и семейств*

- 1(24) I сегмент брюшка не сужен у основания и широко причленен к груди, так что между грудью и брюшком отсутствует резкий переход и нет впадины вдоль верхней границы груди и брюшка.....Подотряд Symphyta (Сидячебрюхие)
- 2(15) Передние голени на вершине с 2 шпорами (рисунок 4, 15).
- 3(10) Средние и задние голени, кроме 2 вершинных шпор, имеют 1 надвершинную шпору, или же она отсутствует.
- 4(5) Усики 3-члениковые, их вершинный членик очень длинный, во много раз длиннее предыдущих (рисунок 4, 1). 5-12.....**Argidae**
- 5(4) Усики не менее чем 5-члениковые, их вершинный членик обычной длины, существенно не отличается от предыдущих.
- 6(7) Усики булавовидные, 5-7-члениковые (рисунок 4, 2). 4-28.....**Cimbicidae**
- 7(6) Усики иной формы, не менее чем 9-члениковые.
- 8(9) Усики не более чем 15-члениковые, нитевидные, щетинковидные или с отростками не более, чем на 5 срединных члениках (рисунок 4,3-5). 2-15.....**Tenthredinidae**
- 9(8) Усики не менее чем 16-члениковые, пильчатые (♀), гребенчатые или перистые, со многими отростками (♂) (рисунок 4,6-9). 5-13.....**Diprionidae**
- 10(3) Средние и задние голени, кроме 2 вершинных шпор, имеют 2-4 надвершинные шпоры, расположенные в средней трети голени (рисунок 4, 17a).
- 11(12) Усики с расширенными члениками в основании и тонким вершинным жгутиком (рисунок 4, 10), передние крылья с 3 радиальными ячейками (рисунок 5, 1); помимо 2 вершинных шпоры, средние голени несут 3, а задние 4 надвершинные шпоры, расположенные в средней трети голени; брюшко не уплощено. 2-3.....**Xyelidae**
- 12(11) Усики щетинковидные или гребневидные; передние крылья с 2 радиальными ячейками; помимо 2 вершинных шпор, средние и задние голени несут 2 надвершинные шпоры; брюшко сильно уплощено.

- 13(14) Усики ♂ и ♀ гребенчатые (рисунок 4, 11). 8–17.....**Megalodontidae**
- 14(13) Усики ♂ и ♀ щетинковидные (рисунок 4, 12). 7–18.....**Pamphiliidae**
- 15(2) Передние голени на вершине с 1 шпорой (рисунок 4, 16).
- 16(21) Передние крылья с 2 радиальными ячейками.
- 17(18) Переднеспинка с прямым или слегка вогнутым задним краем; средние и задние голени, кроме 2 вершинных шпор, несут 1–2 надвершинных шпоры (расположенные в средней трети голени); яйцеклад ♀ лишь немного выступает за вершину брюшка. 4–8.....**Cephidae**
- 18(17) Переднеспинка с глубоко выемчатым задним краем; средние и задние голени без надвершинных шпор; яйцеклад ♀ далеко выступает за вершину брюшка.
- 19(20) Костальная ячейка перед птеростигмой с поперечной жилкой; переднегрудь шеевидно сужена и удлинена; брюшко на вершине без шиповидного отростка (не путать с яйцекладом); средние голени с 2 вершинными шпорами. 5–25.....**Xiphydriidae**
- 20(19) Костальная ячейка без поперечной жилки; переднегрудь не образует шеевидного сужения; брюшко на вершине с длинным (у ♀) или коротким (у ♂) шиповидным отростком; средние голени с 1 вершинной шпорой. 12–40.....**Siricidae**
- 21(16) Передние крылья с 1 радиальной ячейкой или без нее.
- 22(23) Усики прикреплены очень низко, у самого края рта; заднеспинка несет ценхри (пару кожистых лопастинок, служащих для фиксации сложенных крыльев). 8–15.....**Orussidae**
- 23(22) Усики прикреплены значительно выше края рта; заднеспинка без ценхр. Далее смотри тезу 61.
- 24(1) I сегмент брюшка в различной мере сужен у основания (вплоть до тонкого и короткого стебелька), так что между грудью и брюшком имеется переход или хотя бы четкая впадина вдоль верхней границы груди и брюшка.....Подотряд Arocrita (Стебельчатобрюхие)
- 25(60) Крылья отсутствуют или рудиментарны.
- 26(59) Стебелек брюшка без выростов или узелковидных утолщений.
- 27(42) Вертлуг 2-члениковый (рисунок 4, 17 б).
- 28(39) Длина 1-го членика усика превосходит его ширину, по меньшей мере, в 3 раза; усики часто (но не всегда) выглядят коленчатыми.
- 29(32) Передние голени с 2 шпорами на вершине (рисунок 4, 15).
- 30(31) Средние голени на вершине с 1 шпорой; большая шпора передних голени не расщеплена. 1–2.....**Ceraphronidae**
- 31(30) Средние голени на вершине с 2 шпорами; большая шпора передних ног с расщепленной вершиной. 1,0–3,8.....**Megaspilidae**
- 32(29) Передние голени с 1 шпорой на вершине (рисунок 319, 16).
- 33(38) Тегулы имеются (рисунок 2, 5).
- 34(37) Задние боковые углы переднеспинки достигают тегул.
- 35(36) Лобная поверхность головы с выступом. 1–4.....**Diapridae**
- 36(35) Лобная поверхность головы без выступа. 0.5–1.0.....**Scelioninae**
- 37(34) Задние боковые углы переднеспинки не достигают тегул. 0.2–2.0.....  
.....Надсемейство Chalcidoidea
- 38(33) Тегулы отсутствуют. 0.5–2.0.....Надсемейство Proctotrupoidea
- 39(28) Длина 1-го членика усика менее чем в 3 раза, превосходит его ширину, усики не выглядят коленчатыми.
- 40(41) Усики 13-члениковые. 2–4.....**Roctotrupidae**
- 41(40) Усики с иным, обычно большим числом члеников. 1–5. Далее смотри тезу 101.
- 42(27) Вертлуг 1-члениковый.
- 43(50) Брюшко сжато с боков.
- 44(49) 2-й членик задней лапки без отростка; длина не более 6.0.
- 45(48) Щиток на вершине без углубления.
- 46(47) У ♂ брюшко сжато с боков, у ♀ 2-й тергит брюшка (1-й крупный тергит после маленького стебелька) достигает середины брюшка. Внешний вид (рисунок 7). 0.7–6.0.....**Cynipidae**

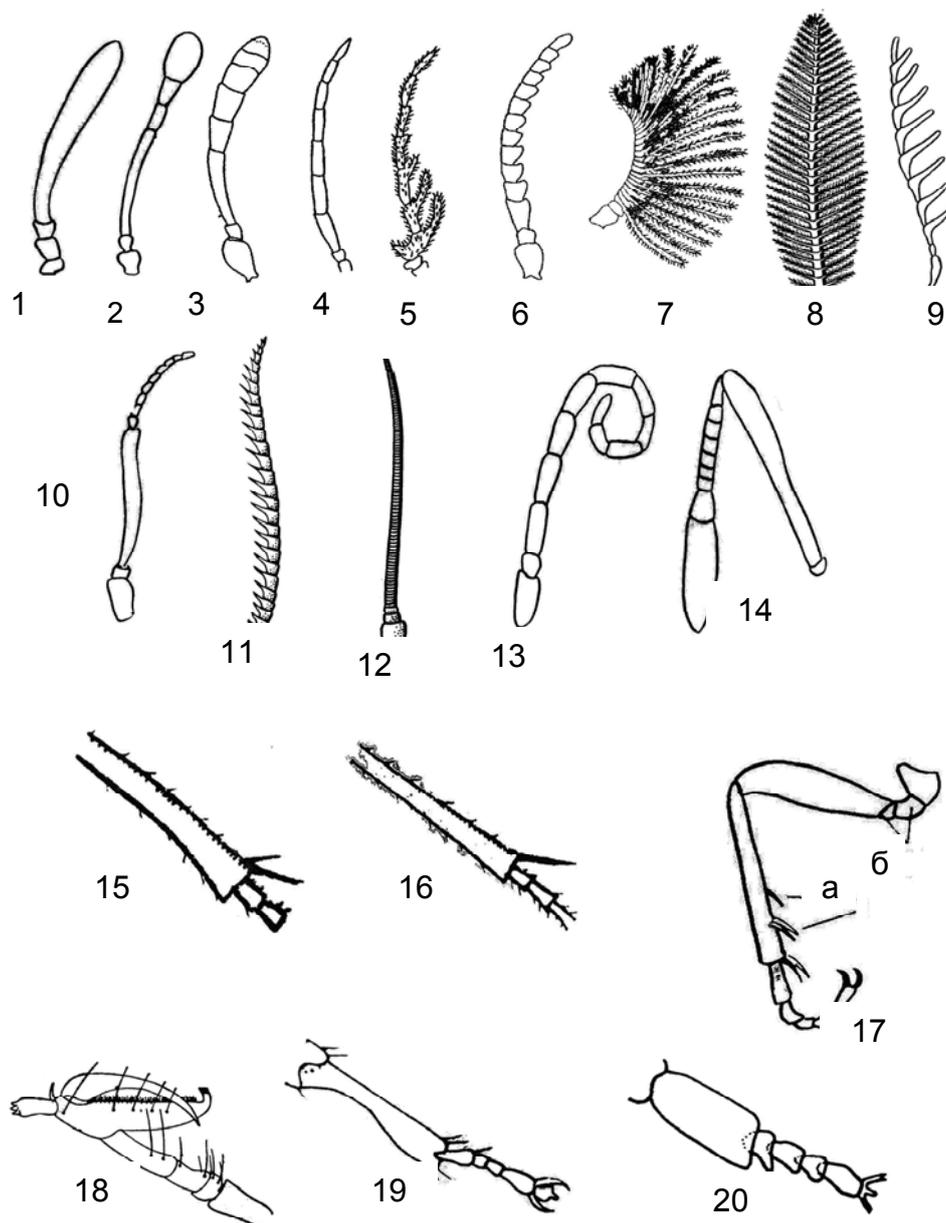


Рисунок 4 – 1 – усик *Argidae*; 2 – булавовидный усик *Cimbicidae*; 3 – нитевидный усик *Tenthredinidae*; 4 – щетинковидный усик *Tenthredinidae*; 5 – усик *Cladius sp.* (*Tenthredinidae*); 6 – пильчатый усик *Diprionidae*; 7, 8 – перистые усики *Diprionidae*; 9 – гребенчатый усик *Diprionidae*; 10 – усик *Xyelidae*; 11 – усик *Megalodontidae*; 12 – усик *Pamphiliidae*; 13 – усик *Pompilidae*; 14 – усик *Formicidae*; 15 – передняя лапка с двумя вершинными шпорами; 16 – передняя лапка с одной вершинной шпорой; 17 – задняя нога *Pamphiliidae*: а) надвершинные шпоры; б) двучленниковый вертлуг; 18 – передняя лапка *Dryinidae*; 19 – нога *Sphesidae*; 20 – нога *Apidae*  
 Некоторые элементы строения тела перепончатокрылых [3], [4], [5], [6]

- 47(46) У ♂ брюшко цилиндрическое, у ♀ 2-й тергит брюшка далеко не достигает середины брюшка. 1,5-5,0.....**Figitidae**  
 48(45) Щиток на вершине с чашевидным углублением. 1-5.....**Eucoilidae**  
 49(44) 2-й членик задней лапки с длинным отростком; длина не менее 8.0.....**Ibaliidae**  
 50(43) Брюшко не сжато с боков.  
 51(58) Передняя лапка без клешни на вершине.  
 52(57) Длина тела не менее 4.0.  
 53(56) Задние тазики без пластинчатых отростков.

- 54(55) Грудь разделена 2 глубокими поперечными перетяжками на 3 примерно равные по размеру части; тело почти не опушенное, однотонно коричневатое. Передние крылья с 2 радиально-медиальными ячейками (рисунок 6,2). 10–12..... **Tiphidae**
- 55(54) Грудь без четких перетяжек; тело в густом темном опушении с участками светлых волосков. 3–26..... **Mutillidae**, ♀
- 56(53) Задние тазики с пластинчатыми отростками. 3–9..... **Myrmosidae**
- 57(52) Длина тела не более 2.0..... **Dryinidae**
- 58(51) Передняя лапка с крупной подвижной клешней на вершине (рис. 4, 18). 1.5–4.0..... **Dryinidae**, ♀
- 60(25) Крылья хорошо развиты.
- 61(74) Переднее крыло с крайне обедненным жилкованием, в его прикорневой части имеется (помимо костальной) всего 1 продольная жилка или жилка вообще отсутствует. Мелкие насекомые, длина ~ 5.0 или меньше, редко более крупные.
- 62(63) Вертлуг 1-члениковый. Далее смотри тезу 45.
- 63(62) Вертлуг 2-члениковый. Далее смотри тезу 64.
- 64(73) Задние боковые углы переднеспинки достигают тегул.
- 65(72) Жилки образуют на костальном крае переднего крыла, как минимум, точечное утолщение.
- 66(71) Лобная поверхность головы без выступа.
- 67(70) Усики не более чем 12-члениковые.
- 59(26) Стебелек брюшка с вертикально торчащей поперечной чешуйкой или с 2 узелками (рисунок 10). 1–15..... **Formicidae**
- 68(69) Передние ноги на вершине с 2 шпорами (рисунок 4,15). Далее смотри тезу 30.
- 69(68) Передние ноги на вершине с 1 шпорой. 0,4–4,0..... **Scelionidae**
- 70(67) Усики 13-члениковые. 2–10..... **Proctotrupidae**
- 71(66) Лобная поверхность головы с выступом. 1–5..... **Diapriidae**
- 72(65) Жилки не выходят на костальный край переднего крыла или вообще отсутствуют. 0.6–2.0..... **Platygastridae**
- 73(64) Задние боковые углы переднеспинки не достигают тегул (крыловых крышечек). 0.2–12.0..... Надсемейство Chalcidoidea
- 74(61) Передние крылья с хорошо развитой сетью жилок или со сравнительно немногочисленными жилками, но в его прикорневой части всегда имеется не менее 2 продольных жилок (помимо костальной). Насекомые разного размера, нередко более 5.0.
- 75(78) Передние крылья в покое складываются вдвое по продольной оси.
- 76(77) Коготки цельные и гладкие, без зубца. 10–35..... **Vespidae**
- 77(76) Коготки расщеплены или с зубцом. 5–17..... **Eumenidae**
- 78(75) Передние крылья не складываются продольно.
- 79(84) Тело целиком или отчасти металлически блестящее (зеленое, синее, фиолетовое, пурпурное), однотонное или многоцветное.
- 80(83) Брюшко не более чем с 5 видимыми сегментами; в срединном поле передних крыльев не более 4 замкнутых ячеек.
- 81(82) Брюшко снизу вогнутое (осы могут свертываться в шарик); переднеспинка поперечная, прямоугольная. 3–13..... **Chrysididae**
- 82(81) Брюшко снизу выпуклое (осы не могут свертываться в шарик); переднеспинка продольная, суженая спереди. 4–7..... **Cleptidae**
- 83(80) Брюшко не менее чем с 6 видимыми сегментами; в срединном поле передних крыльев не менее 5 замкнутых ячеек. Детали строения – рисунок 9. 14–28..... Надсемейство Apoidea. См. тезу 136.
- 84(79) Тело иной окраски, без участков с ярким металлическим отливом.
- 85(90) Брюшко прикрепляется к верхней части промежуточного сегмента – ближе к заднеспинке, чем к тазикам задних ног.
- 86(89) Брюшко длиннее груди, со стебельком, расширенным от основания к вершине, заднегрудь без отростка.
- 87(88) Переднее крыло с 1 радиально-медиальной ячейкой; переднегрудь шеевидно сужена и удлинена; задние голени булавовидно расширены к вершине. 5–15..... **Gasterotrupidae**

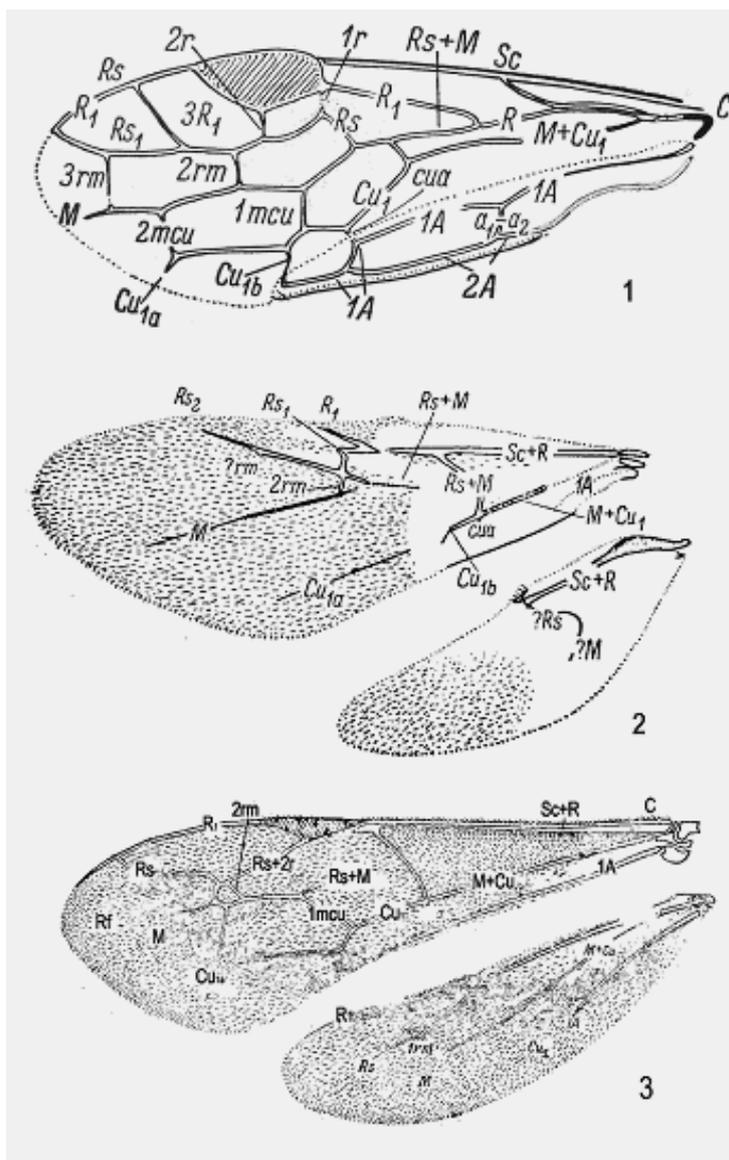


Рисунок 5 – 1 – *Xyelidae*, переднее крыло; 2 – *Cynipidae*, переднее и заднее крылья; 3 – *Ichneumonidae*, то же. Продольные жилки (цифрами пронумерованы их отрезки) и ячейки того же названия: R – радиальная, Rs – радиальный сектор, M – медиальная, Cu – кубитальная, A – анальная. Поперечные жилки: r – радиальная, rm – радиомедиальная, mscu – медиокубитальная, cua – кубитоанальная, a – анальная, Rf – радиальная складка.

Крылья перепончатокрылых различных семейств [6]

88(87) Переднее крыло с 2 радиально-медиальными ячейками; переднегрудь не образует шеевидного сужения; голени задних ног не расширены. 7–9.....**Aulacidae**

89(86). Брюшко короче груди, с узким, не расширенным к вершине стебельком; задние тазики разделены раздвоенным отростком заднегрудки. Длина 4–10..... **Evanidae**

90(85). Брюшко прикрепляется к промежуточному сегменту не выше его середины – ближе к тазикам задних ног, чем к заднеспинке, обычно у самых тазиков.

91(134). Стебелек брюшка без выростов или узелковидных утолщений.

92(109). Вертлуги (по меньшей мере, задних ног) 2-члениковые.

93(108). Передние крылья не более чем с 2 радиально-медиальными ячейками; основания усиков без пластинчатых выростов.

94(107). Голова в глазковом поле без зубцов; задние бедра на нижней стороне не более чем с 1 зубцом.

95(98). Костальная и субкостальная жилки разделены промежутком (костальная ячейка имеется), так что от птеростигмы к основанию крыла отходят 2 жилки (рисунок 6, 1).

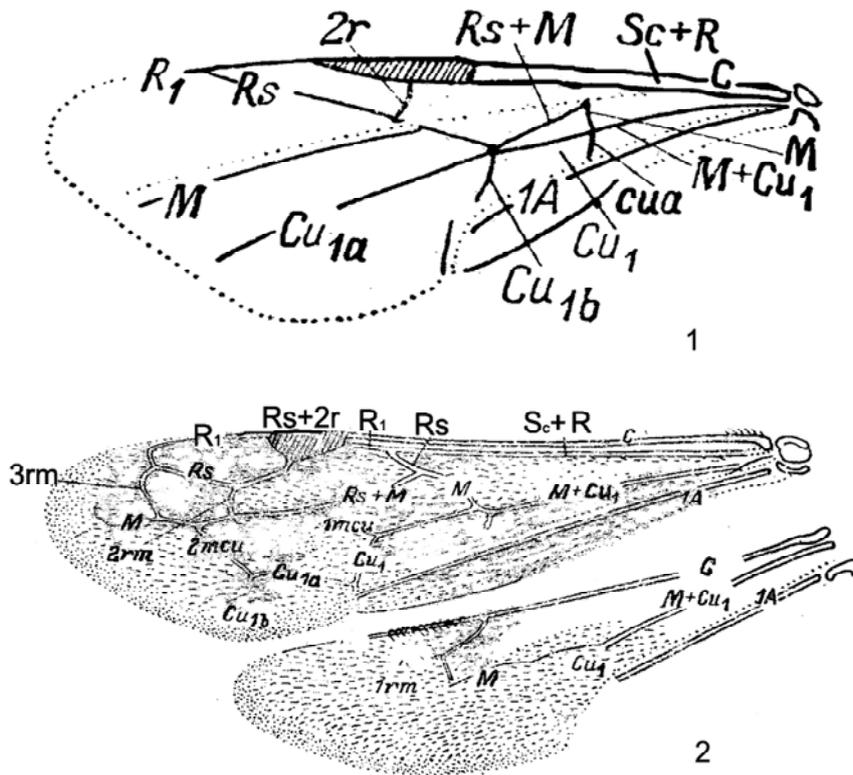


Рисунок 6 – 1 – *Heloridae*, переднее крыло; 2 – *Tiphiidae*, ♂ переднее и заднее крылья.

Обозначения те же, что и на рисунке 5.

Крылья перепончатокрылых различных семейств [6]

- 96(97) Усики 13-члениковые. 2–10.....**Proctotrupidae**  
 97(96) Усики 16-члениковые. 5–7. (Смотри также рисунок 6, 1).....**Heloridae**  
 98(95) Костальная и субкостальная жилки слиты (костальная ячейка отсутствует), так что от птеростигмы к основанию крыльев отходит всего 1 утолщенная краевая жилка.  
 99(106) В срединном поле переднего крыла имеется хотя бы 1 замкнутая ячейка.

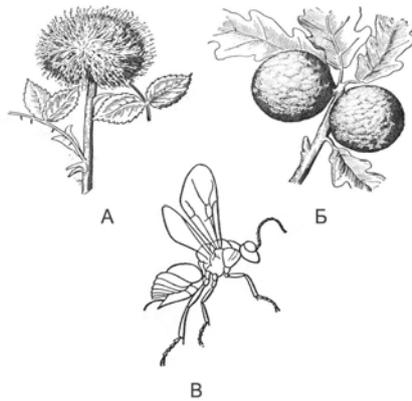


Рисунок 7 – А – галлы шаровидной орехотворки; Б – галлы розанной орехотворки и  
 В – розанная орехотворка в стадии имаго.

Орехотворка и галлы орехотворок [6]

- 100(105) Медиальная и радиальная жилки переднего крыла (под птеростигмой) соединены поперечной жилкой.  
 101(104) 2-я медиально-кубитальная жилка отсутствует: в кубитальную жилку со стороны переднего края крыла впадает 1 (не считая базальной) поперечная жилка.

- 102(103) Между птеростигмой и кубитальной жилкой имеется не менее 2 замкнутых ячеек; радиально-медиальная и кубитальная ячейка часто разделены (рисунок 8); II и III тергиты брюшка слиты. 3–20.....**Braconidae**
- 103(102) Между птеростигмой и кубитальной жилкой имеется всего 1 замкнутая ячейка, радиально-медиальная и кубитальная ячейка слиты; II и III тергиты брюшка соединены подвижно с помощью кожистой мембраны. 2–3.....**Aphidiidae**

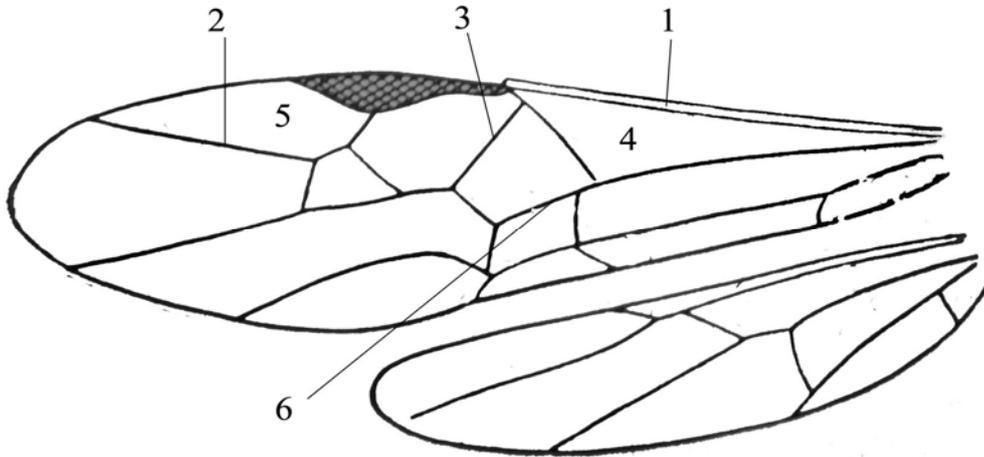


Рисунок 8 – 1 – костальная жилка; 2 – радиальная жилка; 3 – медиальная жилка; 4 – медиальная ячейка; 5 – радиальная ячейка; 6 – кубитальная жилка.  
Переднее и заднее крыло *Helcon* sp. (*Braconidae*) [6]

- 104(101) 2-я медиально-кубитальная жилка имеется: в кубитальную жилку со стороны переднего края крыла впадают 2 (не считая базальной) поперечные жилки (рисунок 5, 3). 4–38.....**Ichneumonidae**
- 105(100) Медиальная и радиальная жилки переднего крыла на некотором протяжении (под птеростигмой) слиты. 4–12.....**Paxylommatidae**
- 106(99) В срединном поле переднего крыла (под птеростигмой) замкнутых ячеек нет. 2–3.....**Aphidiidae**
- 107(94) Голова с 5 притупленными зубцами, окружающими глазки; задние бедра на нижней стороне с несколькими зубцами. 7–20.....**Stephanidae**
- 108(93) Передние крылья с 3 радиально-медиальными ячейками; основания усиков с пластинчатым выростом. 10,0.....**Trigonalidae**
- 109(92) Вертлуги 1-члениковые.
- 110(111) Костальная жилка в основной половине крыльев не развита; брюшко сильно сдавлено с боков. Далее смотри тезу 44.
- 111(110) Костальная жилка начинается от самого основания крыла; брюшко почти цилиндрическое или дорсовентрально уплощенное.
- 112(133) В срединном поле передних крыльев замкнутые ячейки имеются.
- 113(130) Тегулы (крыловые крышечки) соприкасаются с переднеспинкой.
- 114(121) Брюшко на нижней стороне с глубокой перетяжкой между I и II сегментами.
- 115(118) Глаза с вырезкой на внутреннем крае.
- 116(117) 2-й тергит брюшка по бокам с продольной бороздкой, усаженной волосками 3–17.....**Mutillidae, ♂**
- 117(116) 2-й тергит брюшка по бокам без продольной бороздки. 9–15.....**Scoliidae**
- 118(115) Глаза без вырезки.
- 119(120) Передние крылья с 2 радиально-медиальными ячейками (см. рисунок 6, 2); задние тазики без пластинчатых отростков; брюшко ♂ на вершине с загнутым кверху шипом. 9–12.....**Tiphidae**
- 120(119) Передние крылья с 3 радиально-медиальными ячейками. Задние тазики с пластинчатыми отростками; брюшко на вершине без шипа. 4–12.....**Myrmosidae**

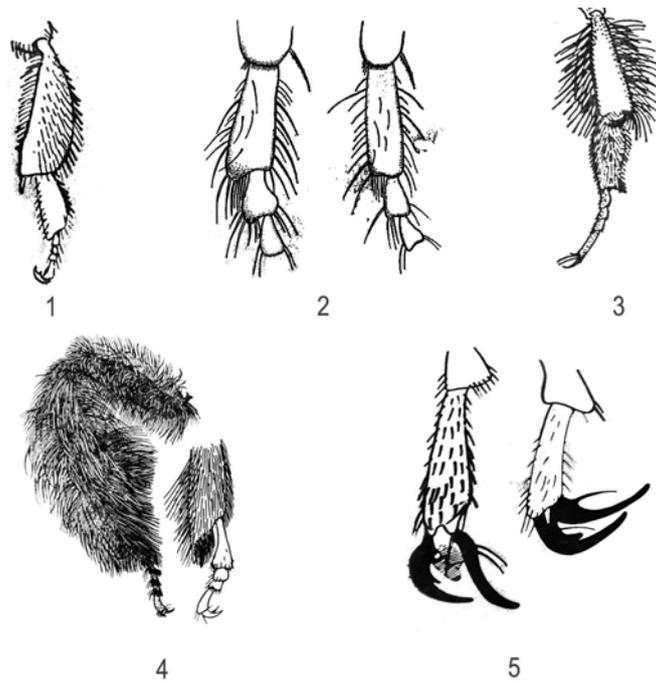


Рисунок 9 – 1 – задняя голень и лапка *Melittidae*; 2 – членики задней лапки *Colletidae*;  
3 – задняя голень и лапка *Apoidea*; 4 – задняя нога и 1-5 членик задней лапки *Apoidea*;  
5 – последний членик лапки и коготки *Anthophoridae*.

Конечности перепончатокрылых надсемейства Apoidea [4], [5], [7]

121(114) Брюшко на нижней стороне без перетяжки между I и II сегментами или она едва намечена.

122(129) Лоб без поперечного выступа над основаниями усиков.

123(126) Задние углы переднеспинки острые, налегают на тегулы; передние тазики короче, чем переднегрудь.

124(125) Коготки цельные и гладкие, без зубца. 10–35.....**Vespidae**

125(124) Коготки расщеплены или с зубцом. 5–17.....**Eumenidae**

126(123) Задние углы переднеспинки закругленные, касаются тегул, но не налегают на них, передние тазики длиннее, чем переднегрудь.

127(128) Глаза без выемки на внутреннем крае; коготки плавно изогнуты; у сухих экземпляров усики на вершине обычно закручены в колечки. 4–25.....**Pompilidae**

128(127) Глаза с выемкой на внутреннем крае; коготки резко изогнуты (почти под прямым углом); у сухих экземпляров усики не закручиваются в колечки. 4–10.....**Ceropalidae**

129(122) Усики прикреплены под поперечным выступом лба. 8–11.....**Sapygidae**

130(113) Тегулы отделены от переднеспинки промежутком.

131(132) 1-й чл. задней лапки без выемки у основания, нередко (у ♀ непаразитических видов) расширенный и густо волосистый (рисунок 9, 1–4), часто с прилипшими пыльцевыми зернами; среди покрывающих тело волосков есть перистые и разветвленные (смотреть на заднем скате груди и около переднегрудных дыхалец!); большая шпора задних голеней без густых волосков. 4–28.....Надсемейство *Apoidea*. Далее смотри тезу 135.

132(131) 1-й членик задней лапки с выемкой у основания, не бывает сильно расширен или густо волосист и не приспособлен к переносу пыльцы (рисунок 4, 19); волоски, покрывающие тело, простые; большая шпора задних голеней на внутренней стороне в густых волосках. 2–24.....**Sphecidae**

133(112) В срединном поле передних крыльев (под птеростигмой) замкнутых ячеек нет или жилки вообще не развиты. 2–4.....**Dryinidae**

134(91) Стебелек брюшка с вертикально торчащей поперечной чешуйкой или с 2 узелками (рисунок 10). 1–15.....**Formicidae**

135(142) Средние тазики (по крайней мере их наружная часть) много короче, чем расстояние от них до оснований задних крыльев (за исключением рода *Macropis* из сем. *Melittidae*);

членики нижнегубных щупиков равны по длине и сходны по форме или первые 1–2 (реже 3) членика удлинненные и уплощенные, но не в форме створок.

136(137) От каждой усиковой ямки вниз отходят две борозды, ограничивающие субантенальные поля.....**Andrenidae**

137(136) От каждой усиковой ямки вниз отходит одна бороздка.

138(141) Подподбородок, если имеется, не V-образный.

139(140) Язычок на вершине острый; базальная жилка переднего крыла обычно сильно изогнутая (выпуклая к основанию крыла).....**Halictidae**

140(139) Язычок на вершине округлый, обрубленный, двухлопастной или расщепленный; базальная жилка переднего крыла прямая или слабо изогнутая.....**Colletidae**

141(138) Подподбородок V-образный.....**Melittidae**

142(135) Длина средних тазиков больше  $\frac{2}{3}$  расстояния от них до оснований задних крыльев; первые 2 членика нижнегубных щупиков удлинненные и имеют форму створок.

143(144) На передних крыльях имеются 2 радиомедиальные ячейки, обычно равные по длине. На ногах нет корзиночек, их заменяют специальные волоски для сбора пыльцы на нижней стороне брюшка.....**Megachilidae**

144(143) На переднем крыле обычно имеются 3 радиомедиальные ячейки, если их 2, то вторая чаще всего много короче первой; пигидиальная пластинка обычно развита; скопа (собирающий пыльцу аппарат) ♀, если имеется (у непаразитических родов), то расположена на задних ногах.



Рисунок 10 – А – стебелек брюшка с 2 узелками; Б – стебелек брюшка с вертикально торчащей поперечной чешуйкой.

Тело муравья сбоку [5]

145(146) На задних голених ♀ (за исключением паразитических родов) образуется корбикула (корзиночка) (рисунки 4, 20; 9, 4); внутренний апикальный край задних голених снабжен гребешком из упругих щетинок (кроме некоторых маток); расстояние между передними концами двух возвратных жилок, если они имеются, почти в 2 раза больше длины второй возвратной жилки и больше длины первой (рисунок 11, 1).....**Apidae**

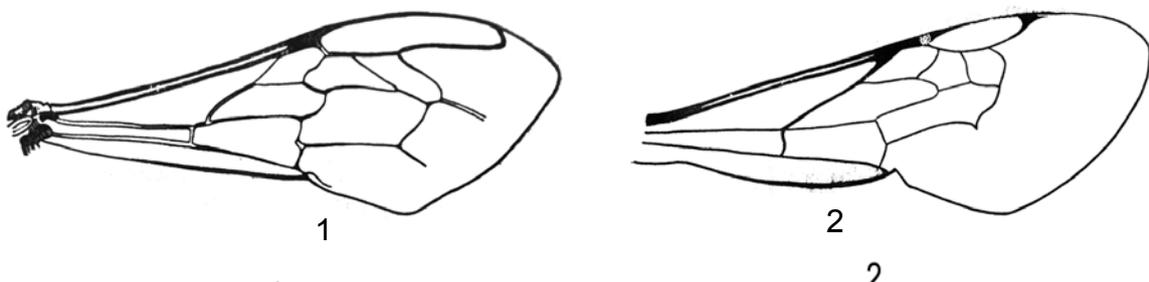


Рисунок 11 – 1 – *Apis mellifera*; 2 – *Anthophora* sp.

Передние крылья Apidae [5]

146(145) На задних голених нет корбикулы; внутренний апикальный край задних голених без гребешка из упругих щетинок; расстояние между передними концами двух возвратных жилок (вторая может отсутствовать) менее чем в 2 раза больше длины второй возвратной жилки или равно длине первой (рисунки 9, 5; 11, 2).....**Anthophoridae**

**Литература**

1. Бей-Биенко, Г.Я. Общая энтомология: учебник для университетов и сельхозвузов / Г.Я. Бей-Биенко. – М. : Высш. школа, 1980. – 416 с.
2. Гончаренко Г.Г. Определительная таблица для семейств чешуекрылых (Lepidoptera) Беларуси и сопредельных государств // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – Гомель, 2010. – № 3 (60). – С. 40-55.
3. Горностаев, Г.Н. Определитель отрядов и семейств насекомых средней полосы Европейской части СССР / Г.Н. Горностаев. – М. : МГУ, 1986. – 118 с.
4. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых Европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Л.Н. Медведев, Ф.Н. Правдин. – М. : Просвещение, 1976. – 304 с.
5. Негроров, О.П. Определитель семейств насекомых / О.П. Негроров, Ю.И. Черненко. – Воронеж : ВГУ, 1989. – 184 с.
6. Определитель насекомых Европейской части СССР. В 5 Т. – М.-Л. : Наука: Т. 3. Перепончатокрылые. – Ленинград : Наука, 1978. – 656 с.
7. Плавильщиков, Н.Н. Определитель насекомых / Н.Н. Плавильщиков. – М. : Толикал, 1994. – 544 с.
8. Росс, Г. Энтомология / Г. Росс, Ч. Росс, Д. Росс – М. : Мир, 1985. – 576 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 619:591.21:599:[504.5:539.16.04]

## Патоморфологические изменения сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения

А.В. Гулаков

В работе проанализировано состояние сердечно-сосудистой системы наиболее распространенных видов диких промысловых копытных, обитающих на территории радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС. Представлены наиболее характерные патоморфологические изменения в данной системе добытых животных. Результаты гистологического исследования показали, что морфологические изменения органов и тканей диких промысловых копытных, по степени выраженности были значительно переменчивы.

**Ключевые слова:** дикие копытные, сердечно-сосудистая система, патоморфологические изменения, авария на Чернобыльской АЭС.

This paper analyzes the state of the cardiovascular system of the most common types of wild ungulates inhabiting the radioactive contaminated areas after the accident at the Chernobyl atomic power station. It provides the most characteristic pathomorphological changes in the system of the given animals. The results of histological examination showed that the morphophysiological changes of the organs and tissues of wild ungulates by the degree of severity were significantly variable.

**Keywords:** wild ungulates, cardiovascular system, pathomorphological changes, accident at the Chernobyl atomic power station.

**Введение.** После катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение природных сред на значительной территории республики остается сложной социальной и технической проблемой. К сожалению, определенная напряженность на данной территории сохранится еще длительное время. Следствием данного воздействия является медленное развитие функциональных изменений в организме с параллельно развивающимися восстановительными процессами, которые в значительной мере могут снижать уровень биологического эффекта [1], [2]. Нередко у животных, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения, снижается иммунитет и повышается чувствительность к различным эндогенным и экзогенным инфекциям [3], [4], [5].

В результате аварии люди, а также сельскохозяйственные и дикие животные подверглись хроническому воздействию внешнего и инкорпорированного облучения в малых дозах. Последствия облучения для растительного и животного мира были наиболее заметными на расстоянии до нескольких десятков километров от места выброса только в зоне отчуждения.

С точки зрения формирования тканевых доз и радиобиологических последствий после аварии на Чернобыльской АЭС основным дозообразующим изотопом является  $^{137}\text{Cs}$ . Отдельные органы, благодаря выраженному поступлению в них радиоцезия подвергаются огромному токсическому воздействию как самого радионуклида, так и его дочерних продуктов распада, в частности  $^{137}\text{Ba}$  [6].

Проведенные исследования показали, что частота развития лучевых повреждений сердечно-сосудистой системы достаточно высока и, по различным данным, колеблется от 1% до 54% [7], [8], [9].

Как известно, наиболее радиочувствительной тканью организма является кроветворная, которая характеризуется быстрым обновлением, а клетки миокарда, до недавнего времени, рассматривали как радиорезистентные ткани [10]. Однако с помощью биохимических, морфофункциональных и электронно-микроскопических методов были обнаружены непосредственные и отдаленные изменения миокарда после локального облучения в дозах 5–10 Гр [8], [11].

Изменение функции капилляров выявляется, по экспериментальным данным различных авторов, в результате однократного облучения в дозах от 1 до 3,5 Гр [12], [13]. При лучевом

воздействии в дозах, которые превышают пороговые, увеличивается проницаемость эндотелиального слоя, происходит повреждение мембран эндотелиоцитов и некроз с возможным тромбированием капилляров. В более отдаленном периоде развивается клеточная депопуляция на фоне постепенного истощения пролиферации поврежденных эндотелиоцитов с развитием ишемии миокарда и интерстициального фиброза [8], [12], [13].

Изменения, развивающиеся в тканях сердца и сосудов в острый и отдаленный период после локального облучения в высоких дозах, различны.

В работах Саркисова Д.С. по изучению субклеточной организации тканей при воздействии на них различных повреждающих факторов приводятся данные о том, что млекопитающие не утратили способности к регенерации, которая в зависимости от структурных и функциональных особенностей тканей проявляется у них по-разному. Она может быть в виде полной регенерационной гипертрофии (гиперплазии клеток) и внутриклеточной регенерационной гипертрофии (гиперплазии ультраструктур). Вторая форма наблюдается в ряде органов (в частности, в сердце), в которых нормализация функции не может быть обусловлена новообразованием специфических для них тканей. Для этой формы регенерации важно сочетание во времени между ритмом непрерывно протекающих физиологических процессов регенерации в клеточных органеллах и ритмом воздействия на них повреждающего фактора, так как чем чаще ритм воздействия на клетку, тем в меньшей степени она успевает восстановить число ультраструктур к моменту повторного воздействия [14].

Отдаленный период после облучения характеризуется нарастанием фиброзных изменений структур сердца. Преобладание патологических изменений той или иной структуры отражает многообразие возможных проявлений радиационно-индуцированной болезни сердца [15].

Поэтому при проведении радиоэкологического мониторинга за промысловыми копытными в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС особый интерес представляло изучение состояния сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих, как наиболее подверженных воздействию ионизирующего излучения.

**Материал и методика исследований.** Радиоэкологический мониторинг отдельных популяций диких промысловых животных проводился на территории Белорусского Полесья. Белорусское Полесье занимает площадь около 6,1 млн. гектаров, или 30% общей площади землепользования Республики Беларусь, и включает 28 административных районов: 12 – Гомельской, 12 – Брестской, 3 – Минской и 1 – Могилевской областей [16].

Основным объектом исследований являлись дикие промысловые копытные животные: лось (*Alces alces* L.) и косуля европейская (*Capreolus capreolus* L.), обитающие на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Наиболее загрязненный радионуклидами участок, где проводились исследования, находился в зоне отчуждения аварийного выброса Чернобыльской АЭС в районе деревень Борщевка, Молочки, Погонное, Радин, Аревичи, Дроньки Хойникского района Гомельской области, где уровень загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  составлял 1100–8184 кБк/м<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – 185–1633 кБк/м<sup>2</sup>. Данная местность расположена в Полесском зоогеографическом районе и находится в подзоне широколиственно-сосновых лесов. Основную часть изучаемой территории занимают дерново-подзолистые (дерново-глееватые рыхлосупесчаные или связнопесчаные почвы) – 80% и менее значительную часть – аллювиальные (пойменные) и торфяно-болотные почвы – 20%. Район характеризуется, главным образом, низким и плоским рельефом с конечноморенными грядами, террасами и равнинами. Территория исследования расположена в междуречье рек Припять и Днепр на расстоянии 10–35 км от Чернобыльской АЭС.

Наряду с зоной отчуждения, отбор проб также проводился на территории зоны отселения Брагинского района Гомельской области в окрестностях деревень Савичи, Пучин, Жердное. Плотность загрязнения участка по  $^{137}\text{Cs}$  находилась в пределах 185–1480 кБк/м<sup>2</sup> и по  $^{90}\text{Sr}$  – 74–420 кБк/м<sup>2</sup>. Местность также расположена в Полесском зоогеографическом районе. Основную часть территории занимают дерново-глееватые рыхлосупесчаные или связносупесчаные (85%) почвы и торфяно-болотные почвы (15%). Район в основном с низким и плоским рельефом, с конечноморенными грядами, террасами и равнинами. Он расположен в междуречье рек Припять и Днепр на расстоянии 30–35 км от Чернобыльской АЭС.

Контрольным районом служила территория Гомельского района Гомельской области, расположенная около д. Кравцовка и находящаяся на границе с Черниговской областью Украины, на притоке реки Днепр (р. Сож). Основную часть территории занимают рыхлосупесчаные (до 80%) и торфоболотные почвы (до 20%). Данная местность находится на расстоянии 40 км от г. Гомеля и около 100 км от Чернобыльской АЭС. Уровень загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  составляет 18,5–37,0 кБк/м<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – 1,0–1,85 кБк/м<sup>2</sup>.

От диких животных, добытых на территории радиоактивного загрязнения, производили отбор проб сердечной ткани для проведения патоморфологического и гистологического исследования.

Исследование клинического состояния диких копытных проводили согласно общепринятым методикам. Обращали внимание на общее состояние животных, упитанность, координацию движений, состояние шерстного покрова, видимых слизистых оболочек, лимфатических узлов. Кусочки сердечной ткани фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Срезы готовили в Гомельском государственном медицинском университете на серийном микротоме из парафиновых блоков и окрашивали их гематоксилинэозином.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Клиническое состояние животных в целом за весь период исследований не имело существенных отклонений от физиологической нормы. Визуальный осмотр и наблюдение за животными в природной среде показали, что у них хорошее обоняние, острота зрения, не нарушена координация движения и частота дыхания, отмечается хорошая поедаемость корма. Не приходилось встречать животных с аномальным развитием (уродства, гигантизм, карликовость).

В результате послеубойного осмотра было установлено, что у всех добытых животных упитанность хорошая, кожные покровы чистые, эластичные, шерстный покров густой и прочно удерживается. Слизистые оболочки имели бледно-розовый цвет без видимых патологических изменений. Органы и ткани находились в естественном положении без физиологических изменений.

За период исследований нами были проанализированы патоморфологические изменения в сердечной ткани наиболее распространенных видов диких млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения.

Так, при патоморфологическом исследовании сердечной мышцы лося, добытого на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения (рисунок 1), отмечали умеренно выраженный кардиосклероз и отек миокарда.

В сердце животных также отмечали умеренно выраженный интерстициальный отек миокарда, очаговую фрагментацию кардиомиоцитов, местами с признаками пересокращения, полнокровие сосудов со сладжированием крови в микроциркуляторном русле, диффузный мелкоочаговый кардиосклероз и очаговую стромальную жировую дистрофию миокарда (рисунок 2).

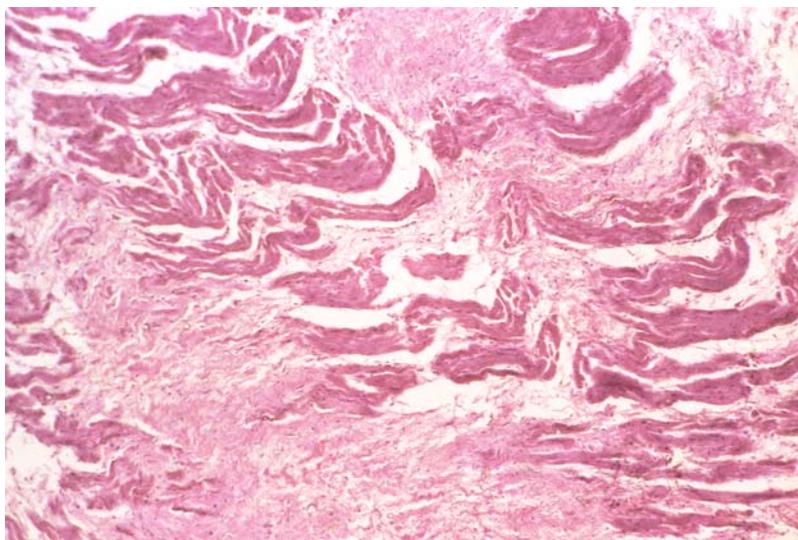


Рисунок 1 – Умеренно выраженный кардиосклероз и отек миокарда

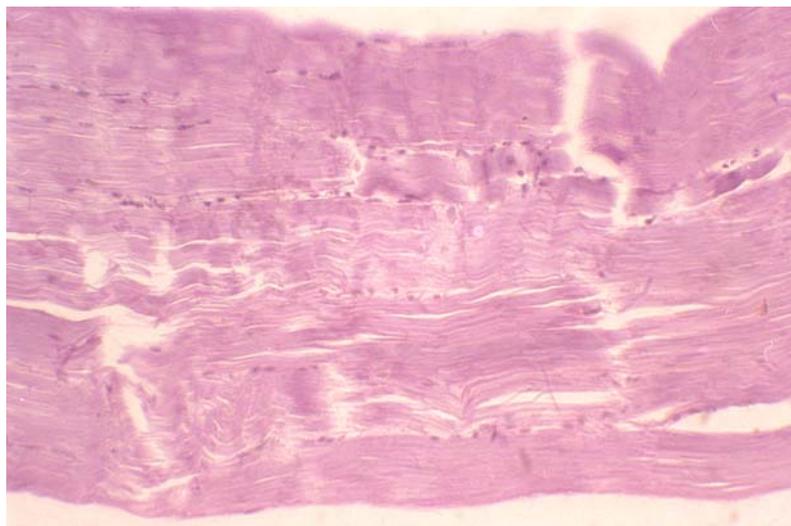


Рисунок 2. – Умеренно выраженный интерстициальный отек миокарда, очаговая фрагментация кардиомиоцитов, местами с признаками пересокращения

Нами было также проведено гистологическое исследование органов и тканей косули европейской, добытой на территории с различным уровнем радиоактивного загрязнения.

В сердечной мышце данного вида животных наблюдали очагово умеренно выраженный склероз стромы, умеренный отек, участки фрагментации и пересокращений мышечных волокон, округлые базофильные включения в миоцитах (рисунок 3).

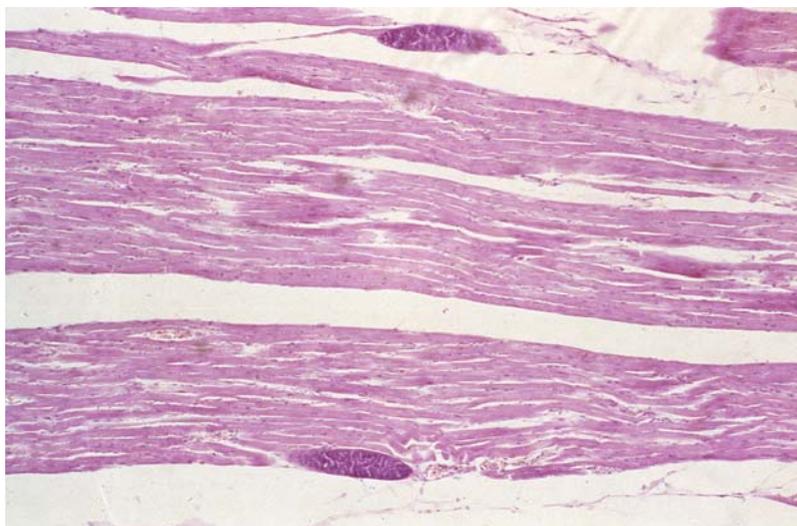


Рисунок 3. – Умеренно выраженный склероз стромы, участки фрагментации и пересокращений мышечных волокон

Также отмечали выраженный стромальный отек миокарда, причем отдельные волокна кардиомиоцитов сердца были фрагментированы (рисунок 4).

Следует отметить, что в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС у диких промысловых копытных, обитающих на территории с различной плотностью радиоактивного загрязнения, изменения во внутренних органах при патологоанатомическом обследовании были выражены значительно слабее или ткани имели нормальное гистологическое строение.

Например, у животных, добытых на территории зоны отселения, в период 1996–2003 годов в сердце обнаруживали лишь умеренный отек стромы и очаговую фрагментацию

мышечных волокон. Схожие изменения в сердечной мышце наблюдались в органах и тканях сельскохозяйственных животных, эвакуированных из зоны радиоактивного загрязнения после Чернобыльской аварии [17], [18].

Наверное, нельзя говорить, что вся патология сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих обусловлена ионизирующим излучением. Но, тем не менее, лучевые повреждения нормальных тканей являются неизбежным следствием воздействия радиоактивного фактора.

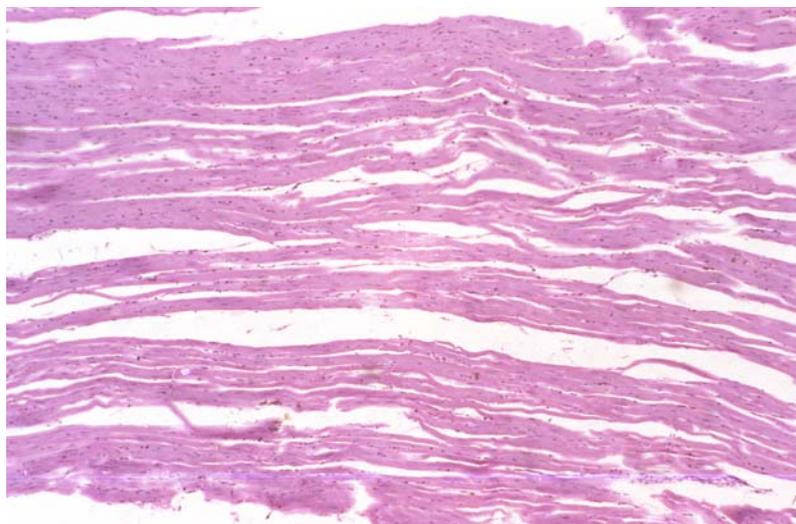


Рисунок 4 – Умеренно выраженный стромальный отек миокарда

Частота и степень тяжести лучевых повреждений зависят от совокупности многих факторов: времени облучения, значения разовых и суммарных поглощенных доз, индивидуальной радиочувствительности, сопутствующей патологии и т. д.

**Заключение.** В результате проведенных исследований было установлено, что патоморфологические изменения в сердечнососудистой системе диких промысловых копытных наблюдались только в начальный период аварии. Они характеризовались по степени выраженности значительной вариабельностью и зависели от дозы радионуклидов, поступивших в организм животных, места добычи, физиологического состояния и возраста животных, а так же от времени, прошедшего после аварии.

### Литература

1. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М. : Медицина, 1991. – 464 с.
2. Киршин, В.А. Ветеринарная противорадиационная защита / В.А. Киршин, В.А. Бударков. – М. : Агропромиздат, 1990. – 207 с.
3. Клемпарская, Н.Н. Аутофлора, как индикатор радиационного поражения организма / Н.Н. Клемпарская, Г.А. Шальнова. – М. : Медицина, 1966. – 22 с.
4. Шубик, В.М. Состояние иммунитета при радиационных воздействиях / В.М. Шубик // Гигиена и санитария. – 1989. – № 1. – С. 25–28.
5. Шубик, В.М. Иммунологические исследования в радиоэкологии / В.М. Шубик // Экология. – 1989. – № 5. – С. 91–93.
6. Марей, А.Н. Глобальные выпадения Cs-137 и человек / А.Н. Марей, Р.М. Бархударов, Н.Я. Новикова. – М. : Атомиздат, 1974. – 168 с.
7. Байсоголов, Г.Д. Состояние сердечной мышцы у больных хронической лучевой болезнью в различные периоды заболевания (по данным эхокардиографического исследования) / Г.Д. Байсоголов, В.И. Кирюшкин // Радиация и риск. – Вып. 10. – 2000. – С. 43–47.
8. Воробьев, Е.И. Радиационная кардиология / Е.И. Воробьев. – М. : Атомиздат, 1971. – 266 с.
9. Кутузова, А.Б. Состояние сердца у лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения / А.Б. Кутузова, В.Г. Лелюк, А.К. Гуськова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – Т. 47. – 2000. – № 3. – С. 66–79.

10. Чазов, Е.И. Болезни сердца и сосудов / Е.И. Чазов. – М. : Медицина, 1992. – Т. 4. – С. 135–137.
11. Иванов, А.Е. Патологическая анатомия лучевой болезни / А.Е. Иванов, Н.Н. Куршакова, В.В. Шиходыров. – М. : Медицина, 1981. – 303 с.
12. Москалев, Ю.И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М. : Медицина, 1991. – 463 с.
13. Ярмоненко, С.П. Радиобиология человека и животных / С.П. Ярмоненко. – М. : Высшая школа, 1988. – 424 с.
14. Саркизов, Д.С. Регенерация и ее клиническое значение / Д.С. Саркизов. – М. : Медицина, 1970. – 271 с.
15. Сергоманова, Н.Н. Состояние сердечно–сосудистой системы в процессе и после окончания лучевой терапии рака молочной железы / Н.Н. Сергоманова // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. – 2005. – Вып. 5. – С. 143–147.
16. Ильина, З.М. Использование мелиорированных земель Полесья / З.М. Ильина, П.Г. Чухольский, О.М. Трифонова. – Минск : Ураджай, 1998. – 77 с.
17. Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / под ред. Р.Г. Ильязова – Казань : Фэн, 2002. – 330 с.
18. Адаптация агроэкоосферы к условиям техногенеза / под ред. Р.Г. Ильязова – Казань : Фэн, 2006. – 664 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 574.5:581.526.3(475.2-37)

## Оценка состояния прибрежно-водной растительности Гомельского района

Н.М. ДАЙНЕКО, С.Ф. ТИМОФЕЕВ

Анализ среднего содержания тяжелых металлов в растительных образцах разных экологических групп показал, что наибольшее содержание Fe, Cu, Zn, Cr отмечено у плейстогидрофитов неукореняющихся, свободно плавающих, Co и Mn – у эугидрофитов, полностью погруженных в воду, неукореняющихся, взвешенных в толще воды, Pb – у эугидрофитов с воздушными генеративными органами, неукореняющихся, Cd – у эугидрофитов среднерослых, Ni – у аэрогидрофитов среднерослых.

**Ключевые слова:** прибрежно-водная растительность, экологические группы, тяжелые металлы.

The analysis of concentration of heavy metals in different ecological groups shows that nonimplanting floating pleystohydrophytes demonstrate the highest concentration of Fe, Cu, Zn, Cr; fully submerged into water, nonimplanting, suspended in water thickness euhydrophytes have the highest content of Co and Mn; nonimplanting euhydrophytes with air generative elements show the highest level of Pb; medium euhydrophytes have the highest concentration of Cd; medium aérohydrophytes – Ni.

**Key words:** riverside and water vegetation, ecological groups, heavy metals.

**Введение.** Водные макрофиты и их сообщества являются достаточно чувствительными индикаторами состояния природной среды их обитания. Выработанные у них в процессе адаптивной эволюции признаки достаточно четко определяют уровни химического загрязнения воды. Трудно переоценить роль макрофитов в биологическом круговороте веществ и в процессах самоочищения водоемов. Они также используются в качестве технических, кормовых, лекарственных, берегозащитных и берегоукрепляющих растений. Водные макрофиты и их сообщества, как и переувлажненные системы в целом, все в большей степени подвергаются антропогенному влиянию вследствие загрязнения водного и воздушного бассейна. Поэтому с целью оценки состояния прибрежно-водной растительности нами в 2012 году проводились исследования содержания тяжелых металлов в пробах воды, почвогрунта и растительных образцах прибрежно-водных экосистем Гомельского района.

**Объекты и содержание исследований.** Ниже приводится характеристика объектов изучения водной и прибрежно-водной растительности поймы реки Сож Гомельского района, приграничного с Черниговской областью. Были выделены водные экосистемы, которые относятся к ассоциациям:

1. Lemnominoris-Salvinietumnatantis (Slavnić 1956) Korneck 1959 союза Lemnominoris-Salvinietumnatantis Slavnić 1956 em. R. Tx. 1955, класса Lemnorea minoris R. Tx. 1955;

2. Nupharo lutei – Nymphaetum albae (Nowinski 1930) Tomasz. 1977 союза Nymphaeion albae Oberd. 1957, порядка Magnopotamion (W. Koch 1926), класса Potametea Klika in Klika et Novak 1941.

Прибрежно-водные экосистемы отнесены к ассоциациям:

1. Phragmitetum australis (Gams 1927) Schmale 1939 союза Phragmition Koch 1926, порядка Phragmitetalia Koch 1926, класса Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941;

2. Typhetum latifoliae Soó 1927 союза Phragmition Koch 1926, порядка Phragmitetalia Koch 1926, класса Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

3. Poa-Festucetum pratensis Sapegin 1986 союза Festucion pratensis Sipaylova, Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985, порядка Arrhenatheretalia Pawl. 1928, класса Molinio-Arrhenatheretea R. Tx 1937.

4. Agrostietum stoloniferae ass. nov. prov., союза Poion paluseris Shelyag, V. Solomakha et Sipaylova 1985, порядка Galio palustris – Poetaria palustris V. Solimakha 1996, класса Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

5. *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) R. Tx. 1937 союза *Caricion gracilis* (Neuhausl 1959) Bal. – Tul. 1963, порядка *Magnocaricetalia Piga*. 1953, класса *Phragmito–Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novak* 1941.

6. *Rumici crispi–Agrostietum stoloniferae* Moor 1958 союза *Agropyro-Rumicion crispi Nordh.* 1940, порядка *Agros tietalia stoloniferae Oberd.* In *Oberd. et al.* 1967, класса *Polygono arenastri–Poetea annua Rivas–Martinez* 1975 corr. *Rivas–Martines et al.* 1991.

7. *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931 союза *Phalaroidaion arundinaceae Kopecky* 1961, порядка *Magnocaricetalia Piga*. 1953, класса *Phragmita–Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novak* 1941.

8. *Acoretum calami* Egger 1933 союза *Phragmition communis W. Koch* 1926, порядка *Phragmitetalia W. Koch* 1926, класса *Phragmita–Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novak* 1941.

9. *Glycerio maximae–Caricetum acutae* Sapegin 1986 союза *Magnocaricion elatae W. Koch* 1926, порядка *Magnocaricetalia Pign.* 1953, класса *Phragmito–Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novak* 1941 с зарослями ивняков асс. *Salicetum triandro–viminalis lohm.* 1952 союза *Salicion albae Th. Müller et gors* 1958, порядка *Salicetalia purpureae Moor.* 1958, класса *Salicetea purpureae Moor* 1958.

10. *Schoenoplectus lacustris* отнесен акасс. *Scirpetum lacustris Schmale* 1939 союза *Phragmition Koch* 1926, порядка *Phragmitetalia Koch* 1926, класса *Phragmito–Magnocaricetea Klika* in *Klika et Novak* 1941.

Проективное покрытие изучаемых экосистем колебалось от 70 до 100 %. Высота травостоя от 30 до 130–150 см.

Отбор образцов растений, проб воды и почвы выполнены по существующим методикам [1]–[6]. Содержание тяжелых металлов в пробах воды, почвы и растительных образцах выполнялось в РНИУП «Институт радиологии» МЧС РБ, в лаборатории массовых анализов. Для определения аккумуляции исследуемых тяжелых металлов использовали коэффициент биологического накопления (КБН), показывающий способность растений избирательно поглощать химические элементы. Его вычисляли по формуле:  $КБН = \frac{\text{содержание элемента в растении}}{\text{содержание в почве}}$ . Считается, что если  $КБН > 1$ , то растение является концентратором исследуемого элемента. Если  $КБН < 1$ , то вид не аккумулирует металл в своем организме.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Химический анализ проб воды Гомельского района (таблица 1) показал, что превышение значения ПДК по марганцу в 3-м объекте – в 9,1 раза и во 2-м – в 3,6 раза, в 1-м – в 1,7 раза. И только в 4-м объекте содержание марганца оказалось ниже ПДК.

Наибольшее содержание цинка отмечено в 3-м объекте, где превышение ПДК составило 12,3 раза и более чем в 2 раза в 1-м и 4-м объектах. Только во 2-м объекте содержание цинка соответствовало норме. Остальные элементы – железо, медь, кобальт, свинец, хром и никель не превышали ПДК.

Химический анализ проб почвы Гомельского района (таблица 2) выявил следующую картину. По содержанию меди во 2-м объекте и почвогрунт из воды, и почва с берега превышали ПДК более чем в 3 раза, в 3-м объекте в почвогрунте из воды содержание меди оказалось выше нормы в 1,3 раза. По содержанию кадмия во всех изучаемых объектах наблюдалось превышение ПДК в 1,4–3 раза, особенно большое загрязнение этим элементом отмечено во 2-м объекте. По остальным исследуемым элементам не установлено превышения предельно допустимой концентрации.

Химический анализ растительных образцов (таблица 3) показал, что эугидрофиты, полностью погруженные в воду растения, неукореняющиеся, взвешенные в толще воды, представлены телорезом алоевидным в 4-м объекте и роголистником погруженным во всех 4-х объектах. Анализ содержания тяжелых металлов в телорезе алоевидном показал, что цинк превышал фоновое содержание в 8,53 раза, марганца в 2,28 раза, никеля – в 1,35 раза. Содержание остальных элементов: меди, кобальта, свинца, кадмия и хрома было ниже фонового содержания.

Рассмотрение накопления тяжелых металлов роголистником показывает, что больше всего меди отмечено в 1-м объекте – выше фонового содержания в 1,1 раза. В остальных объектах не было превышения фонового содержания, причем в 4-м объекте накопление меди в 3,3 раза оказалось меньше, чем в 1-м. Во всех четырех объектах накопление цинка было гораздо выше фонового, особенно в 1-м и 2-м объектах, где его содержание почти в 2,5 раза

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в воде в изучаемых объектах

Номер объекта	Определяемый показатель, мг/л									
	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Cd	Pb	Cr	Ni	
Объект № 1	0,068	0,147	0,0017	0,0243	<0,001	0,0010	0,0127	<0,001	<0,0010	
Объект № 2	0,523	0,359	<0,0010	0,0066	<0,001	0,0004	0,0047	<0,001	<0,0010	
Объект № 3	0,412	0,915	0,0032	0,1233	<0,001	<0,0001	0,0064	<0,001	<0,0010	
Объект № 4	0,038	0,075	0,0041	0,0203	<0,001	0,0008	0,0079	<0,001	<0,0010	

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в почве и почвогрунте в изучаемых объектах

Номер объекта	Определяемый показатель, мг/кг									
	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Cd	Pb	Cr	Ni	
Объект №1 почвогрунт из воды	148,93	86,80	1,20	3,80	0,30	0,056	0,47	0,2506	0,210	
Объект №1 почва с берега	272,03	210,35	2,49	8,55	0,48	0,089	0,75	0,6741	0,368	
Объект №2 почвогрунт из воды	305,85	28,00	11,06	19,22	0,59	0,126	4,12	1,5494	2,989	
Объект №2 почва с берега	205,08	10,36	11,42	18,22	0,52	0,109	4,70	1,7358	3,226	
Объект №3 почвогрунт из воды	46,48	11,77	3,89	7,44	<0,09	0,073	5,63	0,0864	1,2920	
Объект №3 почва с берега	35,43	6,16	2,18	7,16	0,10	0,097	3,03	0,0901	0,497	
Объект №4 почвогрунт из воды	45,50	11,56	0,97	2,87	0,17	0,058	16,50	<0,030	0,287	
Объект №4 почва с берега	28,73	62,30	1,96	24,60	0,08	0,075	3,94	<0,030	0,162	

было выше, в 3-м и 4-м почти в два раза меньше, чем в 1-м и 2-м объектах. Содержание кобальта также оказалось выше фонового в 1-м и 2-м объектах, соответственно в 2,6 и 11,8 раза, тогда как в 3-м и 4-м объектах не обнаружено накопления выше фонового содержания. Наибольшее содержание марганца отмечено в 1-м объекте, превышающее фоновое в 26,8 раз, в 4-м – в 12,1 раза, во 2-м – в 8,8 раза, в 3-м – в 6,7 раза. Содержание никеля также во всех четырех объектах было выше фонового: в 4-м объекте – в 4,7 раза, в 3-м – в 2,6 раза, а в 1-м и 2-м объектах – в 1,5–1,4 раза. Накопление свинца, кадмия, хрома в изучаемых объектах оказалось гораздо ниже фонового.

Эутидрофиты с воздушными генеративными органами, неукореняющиеся представлены в 1-м объекте рдестом и урутью. Их анализ показал превышение фонового содержания по цинку у рдеста в 14,6 раз и у урути – в 20 раз. Превышение марганца у рдеста в 5,6 раза, у урути – в 3,1 раза. Остальные элементы не превышали фонового содержания.

У плейстогидрофита неукореняющегося, свободно плавающего многокоренника обыкновенного, встречающегося в 1-м и 2-м объектах, видно, что превышение фонового содержания по меди составило в 1-м и 2-м объектах 1,5–1,3 раза, цинка в 1-м объекте было больше в 25,8 раз, а во 2-м – в 18,0 раз; марганца в 1-м объекте – в 6,84 раза, во 2-м – в 13,1 раза. Превышение содержания никеля было только во 2-м объекте – в 2,8 раза, хрома – также во 2-м объекте в 1,4 раза. Содержание кобальта, свинца, кадмия оказалось ниже фонового.

Также к плейстогидрофитам неукореняющимся относится и водокрас лягушачий, который встречается в 4-м объекте. У него обнаружено накопление цинка выше фонового в 18,5 раз, кобальта – в 4,3 раза, марганца – в 3,9 раза, хрома – в 1,1 раза. По меди, свинцу, кадмию и никелю превышение фонового содержания не установлено.

Плейстогидрофит укореняющийся кубышка желтая встречена во 2-м, 3-м и 4-м объектах. Величина накопления цинка у кубышки желтой во всех трех объектах была приблизительно равной, превышение фона колебалось от 9,6 до 12,1 раза. Больше накопление марганца наблюдалось в 1-м объекте, превышение фона – в 1,4 раза, во 2-м – в 1,1 раза. В 4-м объекте накопление марганца было ниже фонового.

Аэрогидрофиты высокорослые представлены тростником обыкновенным в 1-м и 4-м объектах и манником большим во всех объектах. У тростника обыкновенного больше накапливалось цинка в 1-м объекте, тогда как во 2-м превышение фона составило в 6,6 раза меньше, в 1-м объекте – в 16 раз и в 4-м – в 2,4 раза.

Также в 1-м объекте содержание марганца в 4,7 раза выше, чем в 4-м. Следует отметить, что по меди, кобальту, марганцу, свинцу, кадмию, никелю и хрому превышения фонового содержания не обнаружено. У манника большого обнаружено во всех четырех объектах превышение по цинку: в 1-м объекте в 14,9 раза, во 2-м – в 14,5 раза, в 3-м – в 12,1 раза и в 4-м – в 8,5 раза. В 3-м объекте содержание никеля превышало фоновое в 3,4 раза. Остальные элементы находились в пределах ниже фонового содержания.

В состав аэрогидрофитов среднерослых входило 5 видов растений. По содержанию меди они не превышали фонового содержания. Наименьшее количество находилось у камыша лесного в 4-м объекте, у хвоща речного в 3-м объекте, а больше – у осоки острой во 2-м и 3-м объектах. По накоплению цинка все растительные образцы превышали фоновое содержание. Более всего это превышение отмечено у хвоща речного в 3-м объекте в 19,1 раза, у осоки острой – в 17,3 раза. Наибольшее накопление марганца, превышающее фоновое в 2,6 раза, отмечено у стрелолиста обыкновенного, в 2,2 раза у камыша лесного и у сусака зонтичного в 1-м объекте. По накоплению же никеля у осоки острой в этих объектах отмечалось превышение фонового содержания в 1,4–4,4 раза. Наибольшее содержание зафиксировано у камыша лесного в 1-м объекте выше фонового в 7,9 раза. Наименьшее накопление наблюдалось у сусака зонтичного в 1-м объекте. По кобальту, свинцу, кадмию, хрому у этих видов растений не наблюдалось превышения фонового содержания.

Анализ эутидрофитов высокорослых – двукисточника тростниковидного и чистеца болотного – выявил, что минимальное содержание меди отмечено у чистеца болотного во 2-м объекте, а максимальное – в 3-м, превышающее фоновое в 1,8 раза. У двукисточника

Таблица 3 – Анализ прибрежно-водной растительности в изучаемых объектах

Вид растения, номер объекта	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг							Никель	Хром
	Железо	Мель	Цинк	Кобальт	Марганец	Свинец	Кадмий		
<i>Гидрофиты : эугидрофиты (гидатофиты, погруженные растения) : эугидрофиты, полностью погруженные в воду растения :</i>									
<i>эугидрофиты полностью погруженные неукореняющиеся, взвешанные в толще воды</i>									
Телорез алоэвидный, 4	369,33 9719,21	2,32 565,85	12,03 592,61	<0,009 9,00	685,25 91,36,66	<0,015 1,89	<0,0008 1,00	0,406 406,00	0,016 16,00
Роголистник погруженный, 1	2260,98 33249,71	3,86 2270,59	35,15 1446,50	0,026 26,00	8082,22 54981,09	<0,015 1,18	0,0040 4,00	0,443 443,00	0,185 185,00
Роголистник, 2	6091,60 11647,42	2,14 2140,00	36,34 5506,06	0,118 118,00	2661,10 7412,53	<0,015 3,19	<0,0008 2,00	0,421 421,00	0,210 210,00
Роголистник,3	2100,00 5097,08	1,71 534,37	17,11 138,76	<0,009 90,00	2008,84 2195,45	<0,015 2,34	<0,0008 8,00	0,767 767,00	0,046 46,00
Роголистник, 4	1558,08 41002,11	1,16 282,92	18,45 908,86	<0,009 9,00	3627,33 48364,40	<0,015 1,89	<0,0008 1,00	1,404 1404,00	0,026 26,00
Среднее содержание	2476,00 20143,11	2,24 1158,75	23,82 1718,56	0,03 34,2	3412,95 24418,03	0,02 2,10	0,001 3,2	0,69 688,2	0,10 96,6
<i>Эугидрофиты с воздушными генеративными органами, неукореняющиеся</i>									
Рдест, 1	2343,68 34465,88	1,22 717,65	20,63 848,97	<0,009 9,00	1690,11 11497,35	<0,015 1,18	<0,0008 0,80	0,173 173,00	0,235 235,00
Уруть, 1	1010,60 14861,76	2,19 1288,23	28,21 1160,90	<0,009 9,00	942,26 6409,93	0,0632 4,97	<0,0008 0,80	0,104 104,00	0,093 93,00
Среднее содержание	1677,14 24663,82	1,71 1002,94	24,42 1004,94	0,009 9,00	1316,19 8953,64	0,04 3,078	0,0008 0,80	0,1385 138,5	0,164 164,00
<i>плеистогидрофиты (плеистофиты, нимфеиды, плавающие растения): плеистогидрофиты неукореняющиеся, свободно плавающие</i>									
Многокоренник, 1	6770,44 45,46	5,11 4,26	36,41 9,58	0,019 0,063	2058,36 23,71	<0,015 50,42	<0,0008 0,14	0,278 1,32	0,253 1,00
Многокоренник, 2	16609,98 54,30	4,48 0,40	25,43 1,32	0,109 0,18	3953,74 141,21	<0,015 34,27	<0,0008 0,01	0,832 0,27	0,486 0,31
Среднее содержание	11690,20 49,88	4,80 2,33	30,92 5,45	0,06 0,12	3006,05 82,46	0,015 42,36	0,0008 0,01	0,56 0,80	0,37 0,66
<i>плеистогидрофиты укореняющиеся</i>									
Кубышка желтая, 2	603,00 1,97	1,32 0,12	13,52 0,70	<0,009 0,015	407,55 14,56	<0,015 0,004	<0,0008 0,006	0,106 0,035	0,010 0,006
Кубышка желтая, 3	423,06 9,10	1,03 0,27	17,07 2,29	<0,009 0,10	322,33 27,39	<0,015 0,003	<0,0008 0,011	0,816 0,632	0,065 0,75
Кубышка желтая, 4	260,24 5,72	1,36 1,40	15,86 5,27	<0,009 0,053	230,34 19,93	<0,015 0,001	<0,0008 0,014	1,136 3,96	0,038 1,27

Продолжение таблицы 1

Вид растения, номер объекта	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг									
	Железо	Медь	Цинк	Кобальт	Марганец	Свинец	Кадмий	Никель	Хром	
Среднее содержание	<u>428,77</u> 5,60	<u>1,24</u> 0,60	<u>15,48</u> 2,84	<u>0,009</u> 0,056	<u>320,07</u> 20,62	<u>0,015</u> 0,002	<u>0,001</u> 0,010	<u>0,69</u> 1,54	<u>0,038</u> 0,68	
Водокрас, 4	6864,07	1,81	26,14	0,043	1168,54	<0,015	<0,0008	0,237	0,372	
<i>плейстоценовые неукореняющиеся</i>										
<i>аэрогидрофиты (гидрогидрофиты, воздушно-водные, водноболотные): аэрогидрофиты высокорослые</i>										
Тростник обыкновенный, 1	<u>116,05</u> 0,78	<u>1,36</u> 1,13	<u>22,51</u> 5,92	<u>&lt;0,009</u> 0,030	<u>165,94</u> 1,91	<u>&lt;0,015</u> 0,032	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,297</u> 1,41	<u>&lt;0,003</u> 0,012	
Тростник обыкновенный, 4	<u>25,19</u> 0,55	<u>0,35</u> 0,36	<u>3,39</u> 1,18	<u>&lt;0,009</u> 0,05	<u>35,05</u> 3,03	<u>&lt;0,015</u> 0,001	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,056</u> 0,20	<u>&lt;0,003</u> 0,10	
Маннык большой, 1	<u>193,87</u> 1,30	<u>2,06</u> 1,71	<u>21,01</u> 5,53	<u>&lt;0,009</u> 0,03	<u>164,90</u> 1,90	<u>&lt;0,015</u> 0,03	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,068</u> 0,32	<u>0,004</u> 0,016	
Маннык большой, 2	<u>395,15</u> 1,29	<u>2,24</u> 0,20	<u>20,49</u> 1,07	<u>&lt;0,009</u> 0,02	<u>188,22</u> 6,72	<u>&lt;0,015</u> 0,004	<u>&lt;0,0008</u> 0,006	<u>0,124</u> 0,04	<u>0,105</u> 0,068	
Маннык большой, 3	<u>272,97</u> 5,87	<u>1,96</u> 0,50	<u>17,07</u> 2,29	<u>&lt;0,009</u> 0,10	<u>125,48</u> 10,66	<u>&lt;0,015</u> 0,003	<u>&lt;0,0008</u> 0,011	<u>1,007</u> 0,78	<u>0,011</u> 0,13	
Маннык большой, 4	<u>154,86</u> 3,40	<u>0,43</u> 0,44	<u>11,99</u> 4,17	<u>&lt;0,009</u> 0,053	<u>93,36</u> 8,077	<u>&lt;0,015</u> 0,001	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,014</u> 0,05	<u>&lt;0,003</u> 0,10	
Среднее содержание	<u>193,01</u> 2,20	<u>1,40</u> 0,72	<u>16,08</u> 3,36	<u>0,009</u> 0,047	<u>128,83</u> 5,38	<u>0,015</u> 0,012	<u>0,001</u> 0,012	<u>0,261</u> 0,47	<u>0,022</u> 0,071	
<i>аэрогидрофиты среднерослые</i>										
Осока острая, 2	<u>208,11</u> 0,68	<u>3,04</u> 0,28	<u>13,97</u> 0,73	<u>&lt;0,009</u> 0,015	<u>60,24</u> 2,15	<u>&lt;0,015</u> 0,004	<u>&lt;0,0008</u> 0,006	<u>0,423</u> 0,142	<u>0,008</u> 0,005	
Осока острая 3	<u>225,38</u> 4,85	<u>2,81</u> 0,72	<u>24,39</u> 3,28	<u>&lt;0,009</u>	<u>88,62</u> 7,53	<u>&lt;0,015</u> 0,003	<u>&lt;0,0008</u> 0,011	<u>1,313</u> 1,016	<u>&lt;0,003</u> 0,035	
Сусяк зонтичный, 1	<u>1258,96</u> 8,45	<u>2,65</u> 2,21	<u>17,23</u> 4,53	<u>&lt;0,009</u> 0,03	<u>464,30</u> 5,35	<u>&lt;0,015</u> 0,032	<u>0,0022</u> 0,039	<u>0,082</u> 0,39	<u>0,073</u> 0,29	
Стрелист обыкновенный, 1	<u>1991,19</u> 13,37	<u>1,88</u> 1,57	<u>21,10</u> 5,55	<u>&lt;0,009</u> 0,03	<u>787,60</u> 9,07	<u>&lt;0,015</u> 0,032	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,107</u> 0,51	<u>0,280</u> 1,12	
Камыш лесной, 1	<u>731,35</u> 4,91	<u>2,04</u> 1,70	<u>15,34</u> 4,04	<u>&lt;0,009</u> 0,03	<u>655,07</u> 7,55	<u>&lt;0,015</u> 0,032	<u>0,0018</u> 0,032	<u>2,383</u> 11,35	<u>0,051</u> 0,20	
Камыш лесной, 4	<u>94,87</u> 2,09	<u>1,36</u> 1,40	<u>11,96</u> 4,17	<u>&lt;0,009</u> 0,053	<u>143,40</u> 12,41	<u>&lt;0,015</u> 0,001	<u>&lt;0,0008</u> 0,014	<u>0,032</u> 0,11	<u>&lt;0,003</u> 0,10	
Хвощ речной, 3	<u>382,27</u> 8,22	<u>1,37</u> 0,35	<u>26,91</u> 3,62	<u>&lt;0,009</u> 0,10	<u>245,74</u> 20,88	<u>&lt;0,015</u> 0,003	<u>&lt;0,0008</u> 0,011	<u>0,215</u> 0,17	<u>0,010</u> 0,12	

Окончание таблицы 1

Вид растения, номер объекта	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг										Хром
	Железо	Медь	Цинк	Кобальт	Марганец	Свинец	Кадмий	Никель			
Касатик желтый, 3	<u>134,56</u>	<u>2,08</u>	<u>12,95</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>75,26</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,169</u>			<u>&lt;0,003</u>
	2,90	0,54	1,74	0,10	6,39	0,003	0,011	0,13			0,04
Сабельник, 4	<u>188,72</u>	<u>1,72</u>	<u>29,89</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>166,39</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,800</u>			<u>&lt;0,003</u>
	4,15	1,77	10,42	0,053	14,39	0,001	0,014	2,79			0,10
Ежеголовник, 4	<u>119,60</u>	<u>2,34</u>	<u>16,18</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>344,40</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>2,849</u>			<u>&lt;0,003</u>
	2,63	2,41	5,64	0,053	29,79	0,001	0,014	2,21			0,097
Среднее содержание	<u>553,50</u>	<u>2,13</u>	<u>18,99</u>	<u>0,009</u>	<u>303,10</u>	<u>0,015</u>	<u>0,001</u>	<u>0,84</u>			<u>0,044</u>
	5,22	1,30	4,37		11,55	0,011	0,017	1,88			0,210
<i>Гиерофиты : эугиерофиты: эугиерофиты высокорослые</i>											
Двукисточник тростниковид-ный, 1	<u>114,94</u>	<u>1,62</u>	<u>8,88</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>70,06</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,950</u>			<u>&lt;0,003</u>
	0,42	0,65	1,04	0,019	0,33	0,020	0,009	2,58			0,004
Двукисточник тростниковидный, 3	<u>129,95</u>	<u>1,99</u>	<u>34,91</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>56,17</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,058</u>			<u>0,014</u>
	3,67	0,91	4,88	0,09	9,12	0,005	0,008	0,12			0,155
Чистец болотный, 2	<u>197,56</u>	<u>0,27</u>	<u>9,52</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>437,12</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>1,154</u>			<u>&lt;0,003</u>
	5,58	0,02	0,52	0,017	42,19	0,003	0,007	0,36			0,002
Чистец болотный, 3	<u>147,48</u>	<u>6,16</u>	<u>36,03</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>115,43</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,266</u>			<u>0,017</u>
	3,22	2,83	5,03	0,009	18,74	0,005	0,008	0,54			0,189
Среднее содержание	<u>147,48</u>	<u>2,51</u>	<u>22,34</u>	<u>0,009</u>	<u>169,70</u>	<u>0,015</u>	<u>0,001</u>	<u>0,607</u>			<u>0,009</u>
	3,22	1,10	2,87	0,054	17,60	0,008	0,008	0,90			0,088
<i>Гиерофиты : эугиерофиты: эугиерофиты среднерослые</i>											
Мята полевая, 4	<u>700,99</u>	<u>3,15</u>	<u>13,78</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>386,33</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,188</u>			<u>0,038</u>
	24,40	1,61	0,56	0,11	6,20	0,004	0,011	1,16			1,27
Поручейник широколиственный, 2	<u>423,79</u>	<u>4,20</u>	<u>44,70</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>662,93</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>0,0387</u>	<u>0,301</u>			<u>0,023</u>
	2,07	0,37	2,45	0,017	63,99	0,003	0,36	0,09			0,013
Вербейник обыкновенный 2	<u>159,64</u>	<u>1,70</u>	<u>14,28</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>85,36</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,867</u>			<u>&lt;0,003</u>
	0,78	0,15	0,78	0,017	8,24	0,003	0,007	0,27			0,002
Вербейник обыкновенный, 3	<u>118,17</u>	<u>2,86</u>	<u>19,08</u>	<u>&lt;0,009</u>	<u>52,40</u>	<u>&lt;0,015</u>	<u>&lt;0,0008</u>	<u>0,345</u>			<u>&lt;0,003</u>
	3,34	1,31	2,67	0,090	8,51	0,005	0,008	0,69			0,033
Среднее содержание	<u>350,65</u>	<u>2,98</u>	<u>22,96</u>	<u>0,009</u>	<u>296,76</u>	<u>0,015</u>	<u>0,010</u>	<u>0,425</u>			<u>0,017</u>
	7,65	0,86	1,62	0,059	21,73	0,004	0,095	0,554			0,329
<i>Гиероглофиты: гиероглофиты среднерослые</i>											
Полевика побегообразующая, 1	125,07	2,56	19,72	<0,009	141,53	<0,015	<0,0008	0,839			0,006

тростниковидного в 1-м и 3-м объектах накопление меди было невысоким. Накопление марганца выше фонового наблюдалось только у чистеца болотного во 2-м объекте. Анализ по цинку показал, что все они накапливали цинк выше фонового содержания, эта величина составила от 6,3 до 25,7 раз. Больше всего никеля содержалось у двукисточника тростниковидного в 1-м объекте, накопление выше фонового в 3,2 раза и у чистеца болотного – в 3,9 раза. Кобальт, свинец, кадмий и хром накапливались ниже фонового.

Группа эугидрофитов среднерослых представлена тремя видами растений. Из четырех растительных образцов только поручейник широколистный во 2-м объекте в 1,2 раза больше фонового накапливал меди. У всех четырех растительных образцов отмечалось превышение фонового содержания по цинку от 9,8 раза у мяты полевой в 4-м объекте – до 31,7 раз. Больше всего марганец накапливали поручейник широколистный во 2-м объекте – выше фонового в 2,2 раза и мята полевая в 4-м объекте в 1,3 раза. Гораздо ниже накопления марганца было у вербейника обыкновенного во 2-м и 3-м объектах. Накопление кадмия выше фонового в 3,9 раза отмечено только у поручейника широколистного во 2-м объекте. Содержание никеля выше фонового в 2,9 раза зафиксировано у вербейника обыкновенного во 2-м объекте. Близкие значения к фоновому содержанию отмечены у поручейника широколистного во 2-м объекте и вербейника обыкновенного в 3-м объекте.

При рассмотрении накопления железа растительными образцами эугидрофитом, полностью погруженным в воду, видно, что наибольшее накопление наблюдалось у роголистника погруженного во 2-м объекте. У эугидрофитов с воздушными генеративными органами, неукореняющимися высоким накоплением отличался рдест пронзеннолистный в 1-м объекте и водокрас лягушачий в 4-м. Среди аэрогидрофитов высокорослых – манник большой в 1-м объекте, эугидрофитов высокорослых – чистец болотный в 3-м объекте, эугидрофитов среднерослых – мята полевая в 4-м объекте.

Анализ среднего содержания тяжелых металлов в растительных образцах разных экологических групп показал, что наибольшее содержание железа, меди, цинка, хрома отмечено у плейстогидрофитов неукореняющихся, свободно плавающих, кобальта и марганца – у эугидрофитов, полностью погруженных в воду, неукореняющихся, взвешенных в толще воды, свинца – у эугидрофитов с воздушными генеративными органами, неукореняющимися, кадмия – у эугидрофитов среднерослых, никеля у аэрогидрофитов среднерослых.

Анализируя средний КН тяжелых металлов растительными образцами среди изучаемых экологических групп видно, что наибольший КН меди, цинка, кобальта, марганца, кадмия, никеля наблюдался у эугидрофитов, полностью погруженных в воду растений; железа, свинца, хрома – у эугидрофитов с воздушными генеративными органами, неукореняющихся.

## Литература

1. Зайдель, А.Н. Основы спектрального анализа / А.Н. Зайдель. – М. : Наука, 1965. – 320 с.
2. Русанов, А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов / А.К. Русанов // М. : Наука, 1978. – 400 с.
3. Эйнон, Л.О. Ботаническая площадка – биоинженерное сооружение для доочистки сточных вод / Л.О. Эйнон // Водные ресурсы. – 1990. – № 4. – С. 149–161.
4. СТБ 1126-98 Реестр методик выполнения области экологического контроля, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды республики Беларусь, специнспекция мониторинга и организации аналитического контроля. Часть 2 (поверхностные, сточные и подземные воды) и (почвы и донные отложения). – Минск : БелГИСС, 2006. – 106 с.
5. Определитель высших растений Украины / [отв. ред. Ю.Н. Прокудин]. – 2-е изд. – Киев : Фитосоцицентр, 1999. – 548 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / под. ред. В.И. Парфенова. – Минск : Дизайн Про, 1999. – 472 с.

УДК [502.2:620.267]:614.841.42

## Математическая модель атмосферного переноса $^{137}\text{Cs}$ с дымом лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения

А.А. ДВОРНИК, А.М. ДВОРНИК

В работе описана математическая модель атмосферного переноса  $^{137}\text{Cs}$  с дымом лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения. Модель построена по модульному принципу и включает оценку радиоактивного загрязнения лесных горючих материалов, содержания  $^{137}\text{Cs}$  в дыме, пирологические характеристики пожара, осаждение радионуклида из дымового облака.

**Ключевые слова:** лесные пожары, лесные горючие материалы, атмосферный перенос цезия, модель переноса.

The model of the atmospheric transport of  $^{137}\text{Cs}$  with the smoke of forest fires is described in the article. The model is based on the modular principle and includes the estimation of pollution parameters of the forest fuel components, activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in smoke emission, parameters of forest fires. It also contains the data on the deposition of radionuclide from smoke clouds.

**Keywords:** forest fires, forest fuel components, atmospheric transport of cesium, model of transport.

**Введение.** Лесные пожары представляют собой чрезвычайную опасность и наносят значительный экономический, социальный и экологический ущерб народному хозяйству Республики Беларусь.

К опасным поражающим факторам лесного пожара относятся:

- *теплофизический* – появление открытого пламени, нагрев тепловым потоком и вероятность получения теплового удара, опасные дымы и помутнение атмосферы, недостаток кислорода в зоне горения, разлет горящих частиц, огненные вихри и смерчи;

- *химический* - загрязнение атмосферы, почвы, грунтов, гидросферы.

В зонах радиоактивного загрязнения к поражающим факторам лесного пожара добавляются и такие радиобиофизические факторы, как твердые и газообразные радиоактивные продукты горения (РПГ) лесных горючих материалов (ЛГМ), увеличение потоков радионуклидов из лесной экосистемы путем их ускоренной миграции вглубь почвы и путем ветрового переноса и перемещения с дымовым облаком. Это способствует вторичному загрязнению окружающей среды на больших расстояниях от радиоактивных зон, получению дополнительных доз облучения работников лесного хозяйства, участвующих в тушении пожаров и лесохозяйственных работах на местах пожаров.

По данным Минлесхоза РБ на 2013 год, зона радиоактивного загрязнения составляет 18,3% общей площади лесного фонда РБ, в том числе по Гомельской и Могилевской областям она составляет 49% и 36% соответственно. Из 177 лесничеств Гомельской области в зонах радиоактивного загрязнения находится 130 лесничеств.

Леса Гомельской и Могилевской областей Беларуси относятся к наиболее горимым. Чрезвычайно высокая горимость лесов наблюдалась в 1992, 1996, 1998, 2002 гг. Средняя многолетняя (без учета 1992 г.) частота лесных пожаров в Гомельской обл. составляет 506 случаев на 1 млн. га лесного фонда в год [1].

Дым лесных пожаров не только является одним из основных опасных факторов пожара, но и в условиях радиоактивного загрязнения является возможным переносчиком радионуклидов при горении лесных горючих материалов, источником вторичного загрязнения территории. Дым воздействует на людей, находящихся не только в зоне его распространения, но и в зонах, расположенных далеко от очага пожара.

Исследования распространения лесных пожаров и атмосферного переноса дымовых аэрозолей наиболее активно ведутся в таких научных организациях СНГ, как Томский госуниверситет (Гришин А.М. и др.), Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства (Арцыбашев Е.С., Гусев В.Г. и др.), Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного

хозяйства (Душа-Гудым С.И. и др.), Украинский НИИ сельскохозяйственной радиологии (Кашпаров В.А. и др.), Национальный университет биоресурсов Украины (Зибцев С.В. и др.), Объединенный институт ядерных исследований НАН Беларуси (Молодых В.Г.), Институт леса НАН Беларуси (Усеня В.В., Дворник А.М. и др.).

Целью данной работы является моделирование атмосферного переноса  $^{137}\text{Cs}$  с дымом лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения.

**Материалы и методы.** Запасы ЛГМ и содержание в них радионуклидов определялось на основе экспериментального пробоотбора и модельных оценок [2]. В качестве модельных пробных площадей были выбраны сосновые насаждения искусственного происхождения верескового, мшистого и черничного типов. Они расположены в ближней и дальней зонах радиоактивного загрязнения.

Для определения концентрации  $^{137}\text{Cs}$ , находящихся в РПГ при сжигании лесных горючих материалов, нами был разработан и изготовлен экспериментальный образец устройства для сжигания твердых материалов и отбора проб для анализа веществ, находящихся в дыме [3]. Полезная модель относится к области получения продуктов горения, по составу которых оценивают наличие вредных веществ, в частности, радионуклидов, содержащихся в продуктах горения леса, и может быть использована в радиационном мониторинге окружающей среды. Устройство представляет собой дымовую камеру, соединенную дымоходом с переносной фильтро-вентиляционной установкой ПУ-3Э/12, которая регистрирует объем воздуха, прошедшего через аналитические фильтры АФА – ВП-10. Температура горения контролируется при помощи термпарного датчика. В экспериментах с дымовой камерой температура горения изменялась от 470 до 600 °С, что соответствует условиям низового лесного пожара.

Предварительно отобранный и подготовленный ненарушенный образец лесной подстилки помещают в камеру сгорания и сжигают при средней температуре низового лесного пожара.

Почвенные и растительные образцы измерялись в воздушно-сухом состоянии. Измерения проводились в соответствии с принятыми методическими рекомендациями с использованием гамма-спектрометра *CANBERRA* с полупроводниковым детектором Ge(Li) расширенного энергетического диапазона. Минимально детектируемая удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  3 Бк за время измерения 1 час в геометрии 0,1 л «дента». Относительная ошибка измерения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах составляет от 5 до 10 % в зависимости от активности образца.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения и перенос радионуклидов с дымовым облаком является весьма трудной научной задачей в связи с многофакторностью и сложностью изучаемого явления. Экспериментальные исследования пожаров значительно усложнены трудностью измерения пирологических параметров в естественных условиях и скорости осаждения радиоактивных примесей из дымового облака на больших расстояниях от очага пожара. Поэтому одним из эффективных инструментов получения данных о радиационной опасности лесных пожаров является математическое моделирование.

Безусловно, никакая модель не может полностью описать все многообразие пожаров. Поэтому в моделях принимаются предположения и допущения, которые не должны существенно влиять на конечные результаты.

Предлагаемая математическая модель построена по модульному принципу. Передача параметров между модулями осуществляется по согласованному интерфейсу. Часть модельных модулей разработана непосредственно авторами данной работы, часть модулей – модели других научных исследователей [4], [5]. Модельные параметры выбирались соответственно из собственных экспериментов и моделей или из литературных источников.

Исходя из вышеизложенного, предлагается концептуальная модель **FORESTFIRE** для описания переноса радионуклидов с дымом лесных пожаров. Схема модели показана на рисунке 1.

*Исходные данные.* В целях упрощения по входным параметрам модели и удобства ее практического применения в качестве исходных данных используются лесотаксационные характеристики насаждения. К ним относятся порода, возраст насаждения и тип леса. Эти данные берут из таксационных описаний лесных насаждений. В модели по ним вычисляются состав и запас ЛГМ, теплота сгорания, структура древостоя.

В характеристиках пожара указываются вид пожара и площадь пожара. Метеоусловия характеризуются скоростью ветра и температурой воздуха.

*Радиоактивное загрязнение ЛГМ.* Распределение и перераспределение радионуклидов в лесных биогеоценозах и радиоактивное загрязнение ЛГМ рассчитывается из исходных данных с помощью радиоэкологической модели **FORESTLIFE** [2].

Модель опирается на реальные экспериментальные данные многолетних наблюдений за распределением и перераспределением радионуклидов в компонентах лесного биогеоценоза. В рамках этой модели рассчитывается процесс миграции  $^{137}\text{Cs}$  по почвенному профилю с использованием двухкомпонентных квазидиффузионных и диффузионно-конвективных дифференциальных уравнений переноса вещества в неоднородных средах. Зная коэффициенты миграции и относительные вклады различных механизмов, можно рассчитать распределение радионуклидов по почвенному профилю в любой момент времени.

Распределение  $^{137}\text{Cs}$  по компонентам соснового фитоценоза определяется с помощью коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в древесное растение и их возрастной зависимости. Исходными данными для модельных расчетов служат возраст, порода дерева и тип леса.

Лесная подстилка играет важную роль в процессе накопления и миграции радионуклидов. Она обуславливается высоким содержанием радионуклидов в подстилке, постоянным процессом их накопления через опад, переходом радионуклидов в минеральные слои почвы в процессе разложения подстилки. В подстилке сосредоточен основной запас ЛГМ. Все это выделяет лесную подстилку в очень важное звено кругооборота радионуклидов в жизненном цикле леса и основное депо выноса радионуклидов при лесных пожарах.

Запас  $^{137}\text{Cs}$  в опаде, состоящем из 3-летней хвои, побегов и коры, рассчитывался по формуле с учетом удельной активности хвои, коры и побегов с соответствующими весовыми долями [6], изменяющимися с возрастом дерева:

$$Z_{\text{оп}}^i = A_{\%}^i m_{\%}^i + A_{\text{п}}^i m_{\text{п}}^i + A_{\text{к}}^i m_{\text{к}}^i,$$

где  $A_{\%}^i, A_{\text{п}}^i, A_{\text{к}}^i$  - активность компонентов опада (хвои, побегов, коры), рассчитанная по модели **FORESTLIFE** [2], кБк/кг;

$m_{\%}^i, m_{\text{п}}^i, m_{\text{к}}^i$  - масса компонентов в опаде, кг/м<sup>2</sup>.

*Оценка содержания  $^{137}\text{Cs}$  в РПГ.* Важным количественным показателем при оценке интенсивности пожара является коэффициент полноты сгорания  $K$ . Это безразмерная величина, обозначающая отношение массы ЛГМ, сгоревшей на единице площади  $\omega_r$ , к величине запаса ЛГМ:

$$K = \omega_r / \omega_0,$$

где  $\omega_r$  - масса ЛГМ, сгоревшей на единице площади, кг/м<sup>2</sup>;

$\omega_0$  - величина запаса ЛГМ, кг/м<sup>2</sup>.

По данным независимых исследований [7] при низовых устойчивых пожарах сгорает от 44 до 94% запаса ЛГМ наземной группы. Коэффициент полноты сгорания в опытах с дымовой камерой составил в среднем  $83 \pm 1,6\%$ .

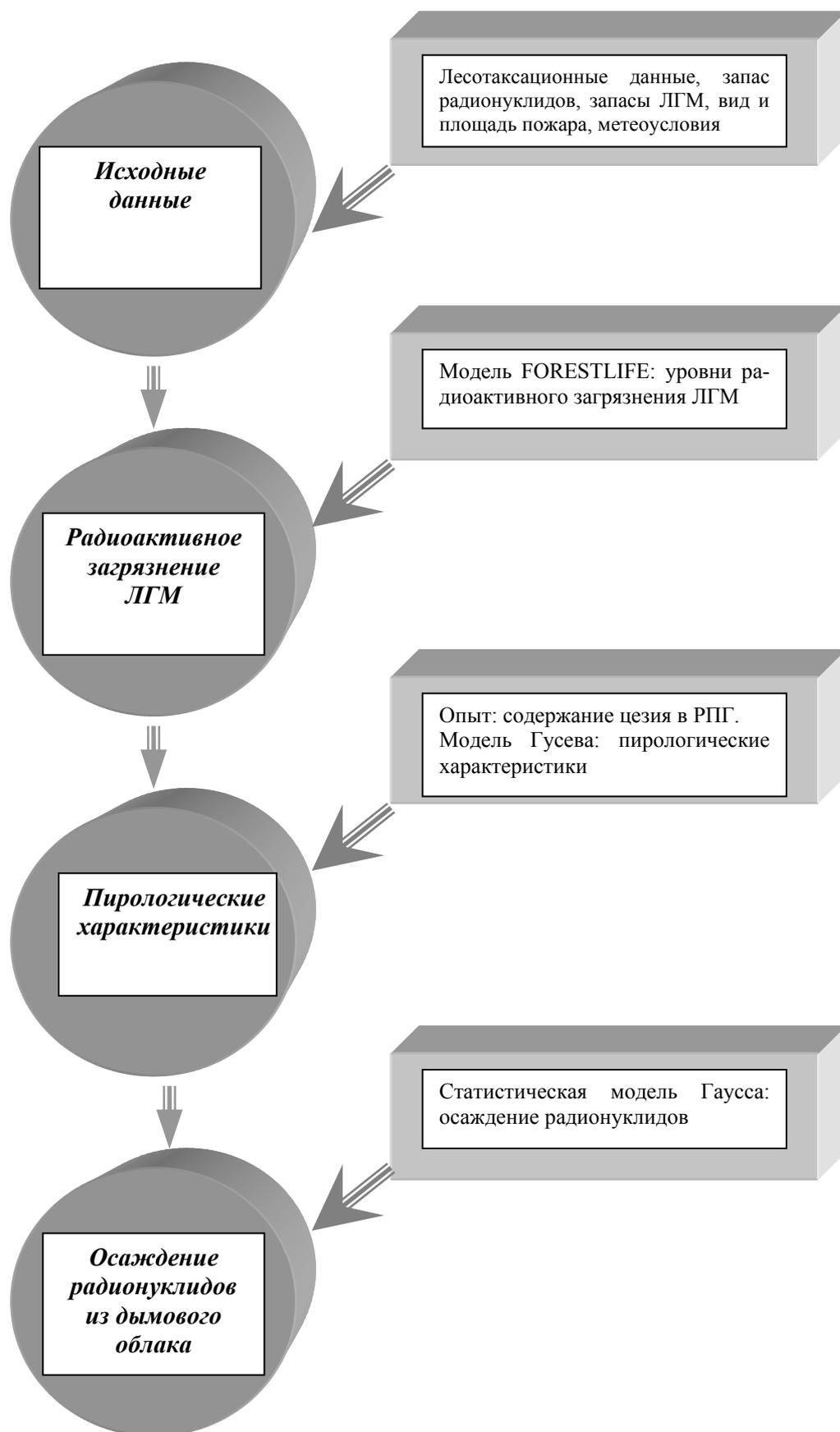


Рисунок 1 - Концептуальная схема модели **FORESTFIRE** для описания переноса радионуклидов с дымом лесных пожаров

При сгорании радиоактивных ЛГМ на определенном участке, пройденном пожаром, ключевым параметром является объемная активность дымовых аэрозолей. Активность аэрозолей при низовом пожаре площадью в  $1 \text{ м}^2$   $A$  измеряется в  $\text{Бк}/\text{м}^3 \cdot \text{м}^2$  и определяется по формуле:

$$A = \alpha \omega_0 / m_0,$$

где  $\alpha$  – концентрация цезия в дыме при сгорании навески дымовой камере ЛГМ,  $\text{Бк}/\text{м}^3$ ;

$\omega_0$  – величина запаса ЛГМ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;

$m_0$  – масса навески, сгоревшей в дымовой камере ЛГМ, кг.

При нормировании на плотность радиоактивного загрязнения активность дымовых аэрозолей, образовавшихся при сгорании  $1 \text{ м}^2$  ЛГМ с уровнем радиоактивного загрязнения  $1 \text{ кБк}/\text{м}^2$ , оказалась равной  $A = 0,028 \pm 0,007 \text{ Бк}/\text{м}^3$ . Измеренное нами значение  $A$  хорошо согласуется с аналогичными данными, приведенными в работе [1].

Суммарная активность дымовых аэрозолей  $A_{sum}$  в  $\text{Бк}/\text{м}^3$  с учетом площади, пройденной пожаром, может быть вычислена по формуле, имеющей следующий вид:

$$A_{sum} = AS,$$

где  $S$  – площадь пройденная низовым пожаром,  $\text{м}^2$  (га).

*Пирологические характеристики пожара.* В качестве пирологической модели мы использовали модель Гусева В.Г. [4], которая является модифицированным вариантом модели Р. Ротермела (1972). Эта модель сочетает в себе широкий диапазон применимости с достаточной точностью прогноза. Все входные параметры модели могут быть определены заранее без проведения натуральных огневых экспериментов, что обуславливает ее важную практическую значимость. Работоспособность модели проверялась на большом количестве экспериментального материала.

Модель позволяет оценивать скорость распространения фронтальной кромки низового пожара, интенсивность тепловыделения с единицы площади пламенной кромки, условия возникновения и параметры конвективной колонки. В расчетах учитывается состав лесных горючих материалов, их влагосодержание и вид пожара. В модели Гусева В.Г. разработана упрощенная методика, позволяющая оценить пирологические характеристики пожара с использованием небольшого набора входных параметров. В модели **FORESTFIRE** эти параметры рассчитываются из лесотаксационных данных.

*Осаждение радионуклидов из дымового облака.* Характер распространения дымового облака в атмосфере существенно зависит от скорости ветра и вертикального температурного профиля атмосферы. При практических расчетах условия рассеяния радиоактивной примеси распределяют по категориям устойчивости. В настоящее время широко используется система классификации метеорологических условий Пасквилла-Гиффорда [5].

Одним из основных способов моделирования атмосферной диффузии является гауссова модель, построенная на статистической теории. При кратковременном точечном выбросе фактор разбавления радиоактивного облака

$$G(x, y, z) = \frac{F(x)}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(Z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(Z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

где  $F(x)$  – функция истощения облака [5];

$h$  – высота облака выброса над землей, м;

$u$  – скорость ветра, м/с;

$\sigma_y, \sigma_z$  – стандартное отклонение распределения примеси в облаке выброса в направлении соответствующих осей, м;

$x, y, z$  – координаты точки в пространстве, м.

Общее содержание примеси в радиоактивном облаке выброса при среднем ветре в основном уменьшается под действием таких механизмов, как сухое оседание и вымывание осадками. Для короткоживущих радионуклидов также играют роль радиоактивный распад и радиоактивные превращения.

Объемная активность радионуклидов в воздухе рассчитывают по формуле:

$$A_V = Q G,$$

где  $Q$  - интенсивность выброса, Бк/с;

$G$  - фактор метеорологического разбавления,  $\text{с}/\text{м}^3$ .

Плотность потока примеси у поверхности земли  $A_s$ , Бк/( $\text{с}\cdot\text{м}^2$ ) вследствие сухого оседания

$$A_s(x,y) = v_g \cdot A_V(x,y,0),$$

где  $A_V(x,y,0)$  – приземная объемная активность примеси в точке  $x, y, 0$ , Бк/м<sup>3</sup>.

В практических расчетах рассеяния выбросов АЭС можно принимать как  $v_g = 0,8 \text{ см}/\text{с}$  [5].

*Проверка достоверности модели FORESTFIRE.* Для проверки достоверности модельного описания экспериментальных данных и корректности подбора параметров и методики расчета было проведено сравнение модельные результаты и экспериментальных данных. Экспериментальные данные о скорости распространения кромки низового пожара приведены в [8]. Здесь же приведены результаты расчета по модели Гусева В.Г. Результаты сравнения измеренных в экспериментах данных и значений, рассчитанных по модели Гусева и модели FORESTFIRE, показывают, что относительное среднее отклонение значений «модель Гусева – эксперимент» составляет  $0,13 \pm 0,10$ ; «модель FORESTFIRE – эксперимент» -  $0,20 \pm 0,10$ ; «модель Гусева – модель FORESTFIRE» -  $0,12 \pm 0,10$ . Все сравниваемые значения по критерию Стьюдента ( $t > 1,6$ ) на 95 % уровне достоверности не противоречат друг другу.

Проверка правильности расчета скорости осаждения радиоактивных примесей из дымового облака на основании статистической модели Гаусса выполнялась следующим образом. В справочнике [5] приведены графики функций  $\sigma_z, F(x), G(x,y,z)$  с указанием конкретных значений параметров расчета. Подставляя эти значения в выражения модели FORESTFIRE, мы получили значения функций  $\sigma_z, F(x), G(x,y,z)$ , совпадающие со справочными значениями с точностью их графического определения.

Таким образом, можно заключить, что в модели FORESTFIRE параметры подобраны корректно и методика расчета восстановлена достаточно правильно.

**Заключение.** В ходе выполненных исследований получены результаты:

– разработана математическая модель атмосферного переноса <sup>137</sup>Cs с дымом лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения;

– на основе экспериментальных и расчетных данных сделана оценка параметров математической модели и выполнена проверка достоверности модели FORESTFIRE.

## Литература

1. Душа-Гудым, С.И. Радиоактивные лесные пожары: Справочное пособие / С.И. Душа-Гудым. – М. : ВНИИЦлесресурс, 1999. – 160 с.
2. Лес. Человек. Чернобыль / под ред. В.А. Ипатьева. – Гомель : ГНУ «Институт леса НАН», 1999. – 454 с.
3. Дворник, А.М. Устройство для сжигания твердых материалов и отбора проб для анализа веществ, находящихся в дыме: пат. 8964 Респ. Беларусь, МПК G 01N 1/00, F 23B 80/00 / А.М. Дворник, А.А. Дворник, А.Д. Наумов, А.В. Архангельский; заявитель Гомел. ун-т им. Ф. Скорины, Ин-т радиобиологии НАН Беларуси. – № и 20120421; заявл. 2012.04.18; опубл. 2013.02.28 // Афіцыйны бюл. / Нац.цэнтр інтэлектуал.уласнасці. – 2013. – № 1. – С. 189.
4. Гусев, В.Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах / В.Г. Гусев. – СПб. : ФГУ «СПбНИИЛХ», 2005. – 200 с.

5. Гусев, Н.Г. Радиоактивные выбросы в атмосфере. / Н.Г. Гусев, В.А. Беляев. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 224 с.
6. Нормативные материалы для таксации леса БССР / под ред. В.Ф. Багинского. – М. : ВНИИЛХ, 1984. – 307 с.
7. Усеня, В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В.В. Усеня. – Гомель : ИЛ НАН Беларуси, 2002. – 206 с.
8. Гусев, В.Г. О методе расчета скорости распространения лесного низового пожара / В.Г. Гусев, И.Ю. Корчунова // Лесные пожары и борьба с ними. Сборник научных трудов: ЛенНИИЛХ. – Ленинград : ЛенНИИЛХ : 1986. – С. 31–51.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 29.03.2013

## Биоразнообразие зоопланктона и экологическое состояние некоторых малых рек Беларуси

О.В. КОВАЛЕВА

Основу работы составляет анализ более 300 проб зоопланктона, собранных в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра. Качество воды в реках по ряду показателей не соответствует требованиям. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 – Rotifera, 20 – Cladocera и 6 – Copepoda. Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50 (более чем для 86%) отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности. Наибольшее их количество (32%) относится к олигосапробной зоне, чуть меньше (30%) – к β-мезосапробной зоне. Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 0,95–2,11, индекс Пантле и Букка – 1,1–2,56. Исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды. Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная», то есть IV классу качества. Во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности, что подтверждается результатами регрессионного анализа.

**Ключевые слова:** малые реки, зоопланктон, индекс сапробности, оценка качества.

Basis of work makes more than 300 tests of a zooplankton in 2006-2012 on 7 small rivers relating to the basin of Dnepr. Quality of water in the rivers on a number of indicators doesn't conform to requirements. In a zooplankton of the rivers 58 types and вариететов, including 32 – a Rotifera, 20 – Cladocera and 6 – Copepoda are revealed. Noted types belong to 4 groups, 15 families and 31 genus. From all types a zooplankton, found in waterways, for 50 (more than for 86%) specific belonging to this or that degree of a saprobnost is noted. Their greatest number (32%) treats an oligosaprobny zone, it is slightly less (30%) – to β-mezosaprobnoy to a zone. The index of a specific variety during the different periods of supervision changed in the rivers within 0,95-2,11, an index to Pantle and Bukka – 1,1-2,56. The studied rivers are characterized as "moderately (poorly) polluted" that corresponds to the III class of quality of water. However, the Uza River in the summer and in the fall in different years of researches on sizes of an index belongs to a category "polluted", that is to the IV class of quality. In all rivers decrease in sizes of an index of a specific variety is observed at increase in an index of a saprobnost that is confirmed by results of the regression analysis.

**Keywords:** small rivers, zooplankton, saprobnost index, quality assessment.

**Введение.** Малые реки являются самым многочисленным объектом среди водотоков и всех типов пресных вод [1, с. 3]. Они составляют основу речной сети Республики Беларусь, где наиболее распространены равнинные малые реки, которые протекают в относительно неглубоких, хорошо разработанных широких долинах с пологими склонами. Количество малых рек (до 100 км) и ручьев (до 10 км) в республике составляет 19,3 тыс. (93% всех рек), а их общая протяженность – 48,8 тыс. км, или 53% общей протяженности рек [2, с. 13]. Только рек длиной от 10 до 100 км насчитывается 1441, а их суммарная длина составляет 31 тыс. км. Наиболее густыми речными районами являются северо-запад и северо-восток Беларуси, принадлежащие в первом случае бассейну Немана, а во втором – бассейну Днепра и Припяти.

Малые реки формируют средние и большие реки, определяют их качество, отражают химические особенности местного стока, тесно связаны с окружающим ландшафтом, служат индикаторами физико-географических особенностей территории, степени ее освоения людьми и влияния их хозяйственной деятельности, состояние русел малых рек в значительной мере отражает общую экологическую ситуацию в том или ином регионе. Антропогенное воздействие вызывает глубокие изменения качества поверхностных вод, а его негативные последствия на малых реках видны раньше и резче, чем на других типах водных объектов [1, с. 21, 95]. Процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке, русловых процессах, в то время как факторы, определяющие

формирование стока большой реки, в силу разновременности воздействия на растянутой в пространстве территории носят взаимно сглаживающий и более длительный характер [3, с. 33]. Поэтому исследование экологии малых рек имеет большое теоретическое и практическое значение.

Несмотря на вышесказанное, гидрологический режим, гидрохимические и гидробиологические особенности малых рек изучены намного хуже, чем средних и крупных водотоков, озер и водохранилищ. На малых реках Республики Беларусь не проводилось специальных исследований, посвященных изучению сообществ гидробионтов и, в частности, зоопланктона. Необходимо отметить, что показатели видового состава, количественного развития, организации, трофической структуры зоопланктона являются показателями экологического состояния водных объектов и используются для их индикации.

Цель работы состояла в изучении видового состава зоопланктона, оценке экологического состояния, установлении трофического статуса некоторых малых рек Гомельской и Могилевской областей Республики Беларусь.

**Материал и методика исследований.** Основу работы составляет анализ более трехсот проб зоопланктона, собранных в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра. Общая характеристика, расположение, факторы антропогенного воздействия на реки представлены в таблице 1. Отбор количественных проб осуществлялся стандартными гидробиологическими методами. Определение видов зоопланктона проводилось по определителям [4], [5], [6], др. Изучались также 18 гидрохимических характеристик, включая концентрацию растворенного в воде кислорода, насыщение кислородом, прозрачность, величину БПК<sub>5</sub>, содержание взвешенных веществ, цветность воды, рН, концентрации азота аммонийного, нитритного, нитратного, фосфатов и др., на основе которых были определены классы и разряды качества воды рек. Индекс видового разнообразия определялся по формуле Маргалефа [7], показатели сапробности – по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Гидрохимическими исследованиями установлено, что в целом рН воды рек составляет 7,3–8,5, содержание взвешенных веществ – 2,85–8,15 мг/дм<sup>3</sup>, растворенного кислорода – 5,2–8,6 мг/дм<sup>3</sup>, величины цветности изменяются в пределах 70,5–145,0 град., показатель насыщения кислородом – 59,63–102,56, величины прозрачности – 0,35–0,75 м. Во всех исследованных реках отмечается превышение величин железа – в 1,09–9,01 раз. В большинстве водотоков качество воды не соответствует предъявляемым требованиям по содержанию марганца (1,11–2,72 ПДК), азота аммонийного (1,02–5,26 ПДК), азота нитритного (1,14–2,04 ПДК), цинка (1,11–1,19 ПДК), в ряде рек – фосфора фосфатного (1,21–7,48 ПДК), БПК<sub>5</sub> (1,04–2,12 ПДК), в реках Уза и Бобруйка – нефтепродуктов (1,05–1,40 ПДК). В летний период в реках, испытывающих влияние сточных вод, зарегистрировано снижение величин прозрачности воды по диску Секки, содержания растворенного кислорода ниже допустимого на 1,50–2,83 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, повышение величин БПК<sub>5</sub>. Полученные данные позволили отнести воду рек Уза и Бобруйка – к 4 классу качества воды (загрязненная, разряд качества а–б), воду остальных рек – к 3 классу (удовлетворительной чистоты, разряд качества а–б).

Как показывают результаты исследований, в зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 (55,2%) – коловраток, 20 (34,5%) – ветвистоусых и 6 (10,3%) – веслоногих ракообразных (таблица 2). Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Количество видов и вариететов, обнаруженных в разных реках, значительно варьирует и составляет 13 (Журбица), 15 (Бобруйка), 16 (Грабовка), 24 (Столбунка), 25 (Терюха), 27 (Липа), 50 (Уза).

На первом месте по числу видов находится отряд Ploimida, включающий 29 видов и вариететов, что составляет 50,0% видового разнообразия всего зоопланктона и 90,6% – коловраток, на втором месте – отряд arhniiformes (34,5% общего разнообразия), к которому относятся все обнаруженные виды Cladocera. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона свойственно семейству Brachionidae – 13 видов и вариететов (22,4% разнообразия всего зоопланктона и 40,6% – коловраток). На втором месте – семейство Daphniidae – 9 видов (15,5%

Таблица 1 – Краткая характеристика исследованных рек

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расход в устье, м <sup>3</sup> /с	Краткая характеристика	Факторы антропогенного воздействия	Класс и разряд качества
Уза	76	944	3,4	Река в Буда-Кошелевском и Гомельском районах Гомельской области, правый приток р. Сож	Сброс очищенных сточных вод г. Гомель, рекреационное использование	4 б
Журбица	6,8	–	–	Река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, левый приток р. Уза	Сброс сточных вод г. Буда-Кошелево, рекреационное использование	4 а
Столбунка	22	192	–	Река в Ветковском районе Гомельской области и Брянской области России, левый приток р. Беседь	Выпас скота, поверхностный сток с сельхозугодий, рекреационное использование, расположение на загрязненной радионуклидами территории	3 б
Терюха	57	525	1,8	Река в Добрушском и Гомельском районах Гомельской области, левый приток р. Сож	Выпас скота, поверхностный сток с сельхозугодий, рекреационное использование	3 б
Грабовка	10	29	–	Река в Гомельском районе, правый приток р. Терюха	Рекреационное использование, выпас скота, сток с сельхозугодий	3 а
Липа	62	577	2,4	Река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, правый приток р. Сож	Рекреационное использование, сток с сельхозугодий	3 а
Бобруйка	14,5	88	–	Река в Бобруйском районе Могилевской области, правый приток р. Березина	Сброс промышленных сточных вод, рекреационное использование, протекает в черте города, в том числе, в секторе индивидуальной застройки	4 б

Примечания:

1) Классы и разряды качества воды: 3а – достаточно чистая, 3б – слабо загрязненная, 4а – умеренно загрязненная, 4б – сильно загрязненная.

общего видового богатства и 45,0% – ракообразных). К семействам Lecanidae, Chydoridae и Cyclopidae относится 7, 7 и 6 видов и вариететов соответственно. 7 семейств (Asplanchnidae, Filodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Trichocercidae, Bosminidae, Macrothricidae) включают по 2 вида, 2 семейства (Conochilidae, Filinidae) – по одному. Среди родов первое место по количеству видов и вариететов (9) занимает род *Brachionus* (15,5% общего разнообразия зоопланктон и 28,1% – такового коловороток), второе место принадлежит роду *Lecane* (7 видов и вариететов, 12,1% и 21,9% соответственно). 3 рода представлены 3–4 видами, к 6 родам относится по 2 вида, остальные 11 родов представлены одним видом. В целом, в зоопланктоне 35,5% родов являются одновидовыми, 19,4% – двухвидовыми, и их суммарный вклад в биоразнообразие зоопланктона составляет более 55%. В составе зоопланктона рек, кроме эврибионтных видов, обнаружены виды, имеющие широкое голарктическое (*Ds. rostrata*, *Th. oithonoides*) и палеарктическое (*A. priodonta*, *K. quadrata*) распространение. Есть представители северной фауны – *Kl. longispina*, виды, которые характерны для вод, имеющих повышенную трофность – *Br. d. diversicornis* *Br. d. homoceros*. Распространены на Полесье *A. priodonta*, *Br. angularis*, *S. pectinata*, *Sc. mucronata* и др.

Таблица 2 – Видовой состав зоопланктона исследованных рек

Виды зоопланктона	Реки						
	Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйка
Rotifera:							
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+		+	+	
<i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854)	+						
<i>Bdelloidea</i>							
в том числе							
<i>Philodina</i> sp.	+		+			+	+
<i>Rotaria</i> sp.	+						
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	+			+	+
<i>Br. calyciflorus amphyceros</i> Ehrenberg, 1838	+	+	+	+	+	+	+
<i>Br. c. anuraephormis</i> Brehm, 1909	+			+	+	+	
<i>Br. c. calyciflorus</i> Pallas, 1766	+	+	+	+	+	+	+
<i>Br. diversicornis diversicornis</i> (Daday, 1883)	+		+			+	
<i>Br. d. homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+					+	
<i>Br. quadridentatus ancylognatus</i> Schmarda, 1859	+			+			
<i>Br. q. brevispinus</i> Ehrenberg, 1832	+						
<i>Br. q. quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	+	+	+		+	+
<i>Cephalodella fluviatilis</i> (Zavadowsky, 1962)	+			+		+	
<i>C. gibba</i> (Ehrenberg, 1832)			+				
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+						
<i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+		+				
<i>Kellicottia longispina longispina</i> (Kellicot, 1879)			+				
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. quadrata quadrata</i> (Muller, 1786)	+			+			
<i>Lecane (s.str.) flexilis</i> (Gosse, 1886)	+					+	
<i>L. (s.str.) inermis</i> (Bryce, 1892)	+						
<i>L. (s.str.) luna</i> (Muller, 1776)				+			
<i>L. (s.str.) tenuiseta tenuiseta</i> (Harring, 1914)	+			+			
<i>L. (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1832)	+						
<i>L. (M.) copies</i> (Harring et Myers, 1926)	+						
<i>L. (M.) hamata</i> (Stokes, 1869)	+		+			+	
<i>Polyartra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+			+	+		+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+			+	+	+	

Окончание таблицы 2

Виды зоопланктона	Реки						
	Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйка
<i>Trichocerca (s.str.) cylindrica (Imhof, 1891)</i>					+		
<i>Tr. (s.str.) pusilla (Lauterborn, 1898)</i>	+			+			
Cladocera:							
<i>Alona rectangula Sars, 1862</i>							+
<i>Al. quadrangularis (O.F.Muller, 1785)</i>	+		+				
<i>Bosmina longirostris (O.F.Muller, 1785)</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bosminopsis deitersi zernovi Linko, 1901</i>	+						
<i>Ceriodaphnia affinis Lilljeborg, 1862</i>	+					+	
<i>Cr. setosa Matile, 1891</i>							+
<i>Chydorus sphaericus sphaericus (O.F.Muller, 1785)</i>	+	+	+	+		+	
<i>Daphnia cucullata Sars, 1862</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Dp. longispina (O.F.Muller, 1785)</i>	+		+	+	+	+	
<i>Dp. pulex Leydig, 1860</i>	+						
<i>Disparalona rostrata (Koch, 1841)</i>	+		+		+		
<i>Graptoleberis testudinaria (Fischer, 1851)</i>							+
<i>Ilyocryptus sordidus (Lievin, 1848)</i>	+	+		+			
<i>Simocephalus vetulus (O.F.Muller, 1776)</i>	+					+	
<i>Alona rectangula Sars, 1862</i>							+
Copepoda:							
Cyclopoida:							
<i>Ec. serrulatus (Fischer, 1851)</i>	+		+	+		+	
<i>Macrocyclops albidus (Jurine, 1820)</i>	+			+		+	
<i>Mesocyclops leuckarti (Claus, 1857)</i>	+			+	+	+	
<i>Paracyclops fimbriatus (Fischer, 1853)</i>	+						
<i>Thermocyclops crassus (Fischer, 1853)</i>	+		+			+	
<i>Th.oithonoides (Sars, 1863)</i>	+	+	+	+	+		+
Всего	50	13	24	25	16	27	15

Во всех реках отмечены 5 видов: *Br. angularis*, *Br. c. amphyceros*, *Br. c. calyciflorus*, *K. c. cochlearis*, *K. c. tecta*. *B. longirostris*, *Sc. mucronata*. В большинстве водотоков обнаружены *A. priodonta*, *Br. q. quadridentatus*, *Ch. s. sphaericus* *Dp. cucullata*. *Dp. longispina* *Th. oithonoides*, др., представителями редких или единичных находок были *L. (M.) b. bulla*, *Tr. (s. str.) cylindrica*, *Cr. setosa*.

Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50, то есть более чем для 86% отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности (таблица 3). В реках встречаются индикаторные организмы с большим интервалом сапробности – от олиго- до  $\alpha$ -мезосапробности. Наибольшее их количество (32%) относится к олигосапробной зоне, чуть меньше (30%) – к  $\beta$ -мезосапробной зоне. В реках, принимающих сточные воды (Уза, Бобруйка и Журбица), отмечается тенденция к уменьшению количества олигосапробов (индикаторов чистых вод) и увеличению количества  $\beta$ - и  $\alpha$ -мезосапробов (индикаторов загрязненных вод). В указанных реках, особенно в летний период, возрастает разнообразие и численность (до 42,3-74,6%)  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных коловраток (род *Brachionus*).

Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 1,06–2,11 (Уза), 0,99–1,88 (Журбица), 0,95–2,05 (Столбунка), 0,96–2,04 (Терюха), 1,09–1,82 (Грабовка), 0,99–2,11 (Липа), 0,96–1,84 (Бобруйка). По средним величинам индекса (в порядке убывания) реки располагаются следующим образом: Уза (1,74) → Липа (1,46) → Столбунка (1,40) → Терюха, Бобруйка (1,37) → Грабовка (1,35) → Журбица (1,32).

Рассчитанный индекс сапробности составляет 1,1–2,56 (Уза), 1,22–2,15 (Журбица), 1,33–2,14 (Столбунка), 1,35–2,15 (Терюха), 1,44–2,40 (Грабовка), 1,27–2,57 (Липа), 1,47–2,42 (Бобруйка).

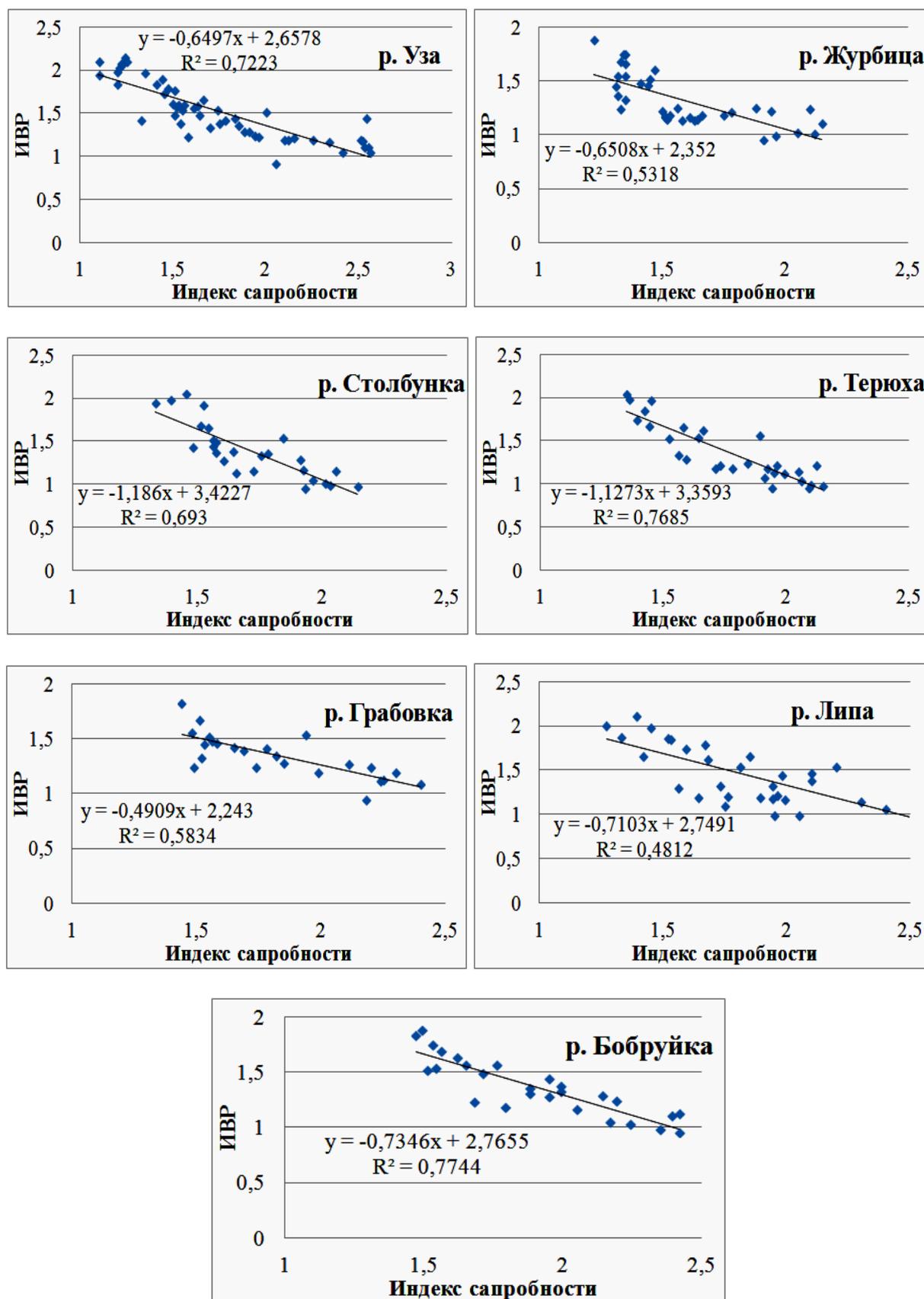


Рисунок 1 – Изменение индекса видового разнообразия зоопланктона исследованных рек в зависимости от индекса сапробности

Средние величины индекса характеризуют исследуемые реки как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды: 1,83 (Уза), 1,59 (Журбица), 1,71 (Столбунка), 1,76 (Герюха), 1,84 (Грабовка), 1,82 (Липа), 1,90 (Бобруйка). Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная» (величины индекса 2,51–2,56), то есть IV классу качества.

Представляется интересным сопоставление индексов видового разнообразия и индексов сапробности. По полученным данным, во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности (рисунок 1). Вышесказанное подтверждается результатами регрессионного ( $R^2 = 0,48 - 0,77$   $p < 0,05$ ) анализа. Для всех исследованных рек рассчитаны уравнения линейной регрессии зависимости индексов видового разнообразия и сапробности. Также отмечается возрастание численности зоопланктона, снижение общего видового богатства, в силу доминирования  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных индикаторных видов увеличивается индекс сапробности.

Таблица 3 – Систематическая принадлежность индикаторных организмов зоопланктона в исследованных реках

Группы	Сапробность						Всего
	о	о- $\beta$	$\beta$ -о	$\beta$	$\beta$ - $\alpha$	$\alpha$	
Rotifera	10	4	2	6	4		26
Cladocera	3	6	2	7		1	19
Copepoda	3			2			5
Всего:	16	10	4	15	4	1	50

Примечание: о – олигосапробность,  $\beta$  – бета-мезосапробность,  $\alpha$  – альфа-мезосапробность (обозначения приняты для индикаторов чистых, загрязненных, грязных вод соответственно)

**Заключение.** Исследования, проведенные в 2006-2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра, показали, что качество воды в них по ряду показателей не соответствует предъявляемым требованиям. Реки загрязнены железом, азотом аммонийным, азотом нитритным, фосфором фосфатным и другими компонентами, которые в 1,02-7,48 раз превышают ПДК. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 (55,2%) – коловраток, 20 (34,5%) – ветвистоусых и 6 (10,3%) – веслоногих ракообразных. Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50 отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности. Наибольшее количество видов относится к олигосапробной зоне, чуть меньше – к  $\beta$ -мезосапробной зоне.

Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 0,95–2,11, индекс Пантле и Букка – 1,1–2,56. Исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды. Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная», то есть IV классу качества. Во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности, что подтверждается результатами регрессионного анализа.

### Литература

1. Крылов, А.В. Зоопланктон равнинных малых рек / А.В. Крылов. – М.: Наука, 2005. – 263 с.
2. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
3. Ткачев, Б.П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: Аналитический обзор / Б.П. Ткачев, В.И. Булатов. – Новосибирск : [б. и.], 2002. – 113 с.
4. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World / Coordinating editor H.J.F. Dumont: Cladocera. The Chydoridae and Syciinae (Chydoridae) of the World / by N.N. Smimov. – Amsterdam: SPB Academic Publishing. – 1996. – 197 p.

5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные / под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб : Наука, 1995. – Т. 2. – 632 с.
6. Кутикова, Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) / Л.А. Кутикова. – Ленинград : Наука, 1970. – 744 с.
7. Margalef R. Diversity and stability a proposal and a model of inter dependence // Brookhaven Symp. Biol. – 1969. -Vol. 22. – P. 25–37.
8. Pantle, R. Die biologische Uerwachung der Gawasser und die Darstellung der Ergebnisse / R Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, № 18. – 604 s.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 528.28:546.3:664.8.022.7

## Изменения концентрации тяжелых металлов в плодовых телах *Boletu sedulis* и *Russula vesca* при различных способах кулинарной обработки

Т.И. КОЖЕДУБ, Д.Н. ДРОЗДОВ

В статье проводится анализ изменения концентрации тяжелых металлов в плодовых телах базидиальных макромицетов при различных способах кулинарной обработки. Представленные результаты свидетельствуют о высокой эффективности такого способа обработки, как вываривание грибов в 1Н растворе NaCl. В результате кипячения в 1Н растворе NaCl происходит снижение концентрации цинка, меди и кадмия от 5 до 97 раз. В работе показано, что данный способ обработки не является эффективным для свинца, снижение его концентрации не превышает 10%.

**Ключевые слова:** базидиальные макромицеты, *Boletus edulis*, *Russula vesca*.

The article analyzes the changes in the concentration of heavy metals in the fruit bodies of basidiomycete macromycetes at various ways of cooking. The presented results show the high efficiency of this method of treatment, as digestion of fungi in 1N NaCl. As a result of boiling in 1 N NaCl there is observed lowering in concentrations of zinc, copper and cadmium from 5 to 97 times. It is shown that this method of treatment is not effective for lead, reducing its concentration does not exceed 10%.

**Keywords:** basidiomycete macromycetes, *Boletus edulis*, *Russula vesca*.

**Введение.** Традиционными продуктами в рационе населения Республики Беларусь являются дикорастущие съедобные базидиальные макромицеты (класс *Basidiomycetes*). Среди грибов этого класса можно выделить представителей родов *Boletus* (гриб белый – *Boletus sedulis*) и *Russula* (сыроежка пищевая – *Russula vesca*). Грибы родов *Boletus* и *Russula* отличаются широким ареалом произрастания, который включает в себя светлый сосновый бор, ельник, березовую рощу и дубраву [1]. Белый гриб образует эктотрофную микоризу более чем с пятьюдесятью породами деревьев, представляет наибольшую пищевую ценность и относится к первой категории съедобных грибов (34 ккал/100 грамм). Сыроежки имеют меньшее хозяйственное значение, их относят (по Б.П. Василькову) к третьей категории съедобных грибов (19 ккал/100 грамм). Однако они составляют около 45 % от массы всех грибов, встречающихся в наших лесах [2].

Грибы как пищевой компонент рациона отличаются специфическими вкусовыми качествами и содержанием таких функциональных ингредиентов как пищевые волокна, макро- и микроэлементы. Вместе с тем многие микологи утверждают, что именно грибы, несмотря на короткий вегетативный период, отличаются значительным накоплением тяжелых металлов [3]. В работе [4] для грибов *Boletus sedulis* приведен следующий ряд содержания микроэлементов в сухой массе (таблица 1).

Таблица 1 - Содержание металлов в сухой биомассе грибов *Boletus sedulis*

Металлы, мг/(кг сорбента)											
Zn	Cs	Se	Mn	Cu	Sr	Se	Cr	Pb	V	Cd	Sn
120,0	60,0	30,0	25,0	2,8	2,0	1,5	1,4	0,5	0,4	0,4	0,3

Из таблицы 1 видно, что для грибов, составивших материал для анализа, характерно шести кратное превышение ПДК по цинку и четырехкратное превышение по кадмию, значения для меди и свинца не превысили верхней границы нормы [5]. Следует отметить, что выделенный комплекс тяжелых металлов составляет основную группу загрязнителей почвы, и, как правило, поступление одного из них сопровождается поступлением остальных металлов этой группы [6]. Высокое содержание тяжелых металлов в грибах связывают также с наличием в почвах подвижных форм этих элементов, которое мало зависит от их валового содержания.

Высокая способность к биоабсорбции связана с широким распространением мицелия грибов в поверхностных почвенных горизонтах [7], она также зависит от экологических и климатических условий среды, почвенного субстрата, времени года, а также возраст и морфологических данных плодовых тел. Выявлено, что концентрация тяжелых металлов выше в грибах среднего возраста. В шляпках содержится больше меди, цинка, свинца и кадмия, по сравнению с ножками [8].

В этой связи целесообразно оценить способы выведения тяжелых металлов при использовании их в пище. Ряд способов предварительной кулинарной обработки позволяет в значительной степени снизить концентрацию металлов. Среди них такой способ, как предварительная варка грибов в воде и различных растворах, позволяет снизить содержание металлов до 80-90 раз. Вместе с тем, известно, что с варкой уменьшается содержание в грибах не только тяжелых металлов, но и полезных веществ, например, витаминов. Чем больше используется воды по отношению к грибам, тем меньше витаминов останется в готовом блюде. В результате этого грибы теряют свои полезные свойства.

Цель работы состояла в том, чтобы оценить изменение концентрации тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия и свинца) в плодовых телах грибов *Boletu sedulis* и *Russula vesca* при различных способах предварительной кулинарной обработки.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования являются хозяйственно-значимые макромицеты сосновых и сосново-березовых насаждений Гомельского лесхоза. Для анализа содержания тяжелых металлов были выбраны два вида съедобных грибов, наиболее часто собираемых местным населением.

Исследование включало в себя несколько этапов. Этап выбора пробной площади. Для исследования требовались грибы, произраставшие в одинаковых почвенно-климатических и экологических условиях. В Терюхском лесничестве были заложены пробные площади, размер которых составил 10×100 м, площадью 0,1 га. Стационары располагались на супесчаных почвах, в экологически чистой зоне с низким уровнем техногенной нагрузки, вдали от антропогенных источников поступления тяжелых металлов и урбанизированных зон. Сбор материала проводили в конце вегетационного периода в августе–сентябре в 2012 г.

Этап пробоподготовки. Для анализа были отобраны по три пробы каждого вида грибов одного размера. Первую пробу грибов очистили, высушили в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105 °С, затем озолили в муфельной печи. Вторую пробу перед высушиванием и озолением подвергали термической обработке в дистиллированной воде 20 минут. Третью пробу перед высушиванием и озолением отварили в 1Н растворе NaCl, также 20 минут.

Этап масс-спектрометрического определения тяжелых металлов. Зола грибов переносили в стеклянную чашку Петри с диаметром 12 см и распределяли по всей поверхности тонким однородным слоем. Для формирования анализируемой пробы с разных участков в шахматном порядке отбиралось 8 порций с массой 10–15 мг, которые последовательно переносили микрошпателем из нержавеющей стали в пластиковую подложку на лабораторных аналитических весах AnaluticalPlusAP-210 фирмы «Ohaus» с системой обнуления массы подложки. Для всех анализируемых проб масса навески составляла  $(100 \pm 0,2)$  мг.

Для разложения проб проводили подготовку кислот и воды. Особо чистую азотную (HNO<sub>3</sub>), фтороводородную (HF) и хлороводородную (HCl) кислоты получали с использованием системы для некипящей перегонки кислот BSB-939-IR фирмы «Berghof» на основе вышечисленных реактивов с начальной квалификацией «х.ч.»; хлорную (HClO<sub>4</sub>) кислоту с квалификацией «х.ч.» использовали без перегонки.

Навески проб золы переносили в отдельные резервуары револьверного стакана, который помещали на электроплитку в вытяжном шкафу. Выполняли следующую последовательность операций введения кислот в резервуары, которая была установлена в процессе нескольких серий экспериментов разложения проб, при строгом соблюдении температурных условий в зоне разложения проб ( $t < 230$  °С).

Введение кислот осуществляли аттестованными вариационными дозаторами со сменными пластиковыми наконечниками.

*1 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  → упаривание досуха. На данном этапе происходит перевод в раствор щелочных, щелочноземельных металлов, РЗЭ и их кристаллизация в виде растворимых нитратов.

*2 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HF}$  → упаривание досуха. Разложение силикатов путем отгонки  $\text{SiF}_4$ , дополнительное растворение и кристаллизация нитратов и фторидов.

*3 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HF}$  → упаривание досуха.

*4 этап:* введение 1,5 мл  $\text{HF}$  → упаривание досуха. Окончательное разложение силикатной матрицы, отгонка избыточного фтороводорода.

*5 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HClO}_4$  → упаривание до влажных солей. Разложение малорастворимых фторидов РЗЭ и отгонка  $\text{HF}$ , растворение соединений циркония.

*6 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HClO}_4$  → упаривание до влажных солей. Разложение малорастворимых фторидов РЗЭ и отгонка  $\text{HF}$ .

*7 этап:* введение 1,5 мл  $\text{HClO}_4$  → упаривание до влажных солей. Окончательное разложение малорастворимых фторидов РЗЭ и отгонка  $\text{HF}$ .

*8 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HCl}$  → упаривание до влажных солей. Обработка «царской водкой» для перевода в раствор соединений семейства железа.

*9 этап:* введение 0,5 мл  $\text{HNO}_3$  + 1,5 мл  $\text{HCl}$  → упаривание до объема  $\approx 1$  мл. Полный перевод в раствор ионов изучаемых элементов.

*10 этап:* введение 5 мл 7,5 моль/л  $\text{HNO}_3$  охлаждение в течение 30 мин до  $t \leq 50$ . °С;

*11 этап:* перенос растворов в градуированные пластиковые пробирки фирмы «Perkin-Elmer» с помощью объемного дозатора с пластиковым наконечником; трехкратная промывка всей площади резервуаров 7,5 моль/л  $\text{HNO}_3$ , перенос промывочных растворов в пластиковые пробирки с доведением общего объема до 15 мл.

Общее время разложения проб составляло 6,5–7 часов.

Использование данной методики позволило получить совершенно прозрачные растворы всех разложенных проб, которые не давали каких-либо визуально наблюдаемых осадков в течение трех недель после процедуры разложения.

Фоновые растворы готовили по вышеописанной методике без внесения навесок зола грибов.

Для предотвращения гидролиза некоторых ионов, измеряемые и калибровочные растворы готовили непосредственно в день масс-спектрометрических исследований. Приготовление растворов проводили путем перенесения аликвот растворов объемом 2,25 мл после разложения проб в градуированные пластиковые пробирки фирмы «Perkin-Elmer», доведения объема раствора до 15 мл с использованием ультрачистой воды. Перед добавлением воды в каждую пробирку вносили по 50 мкл калибровочного раствора  $^{115}\text{In}$ , который использовали в качестве внутреннего стандарта.

Калибровочные растворы изучаемых элементов готовили по аттестованным стандартным растворам № 2, 4 и 5 фирмы «Perkin-Elmer» с использованием фонового раствора в качестве разбавителя.

Мультиэлементный анализ проводили на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Elan-9000, внесенном в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь № 1516, сертификат № 3934 от 30.05.2006 г. Последний периодический контроль фирмой-изготовителем проведен в сентябре 2011 г. Погрешность метода составляет 3–5%.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные результаты масс-спектрометрического анализа показали, что предварительная кулинарная обработка грибов *Boletu sedulis* позволяет снизить содержание тяжелых металлов в пробах в среднем в 2,4–5,2 раза. В таблице 2 приведено соотношение содержания металлов в разных пробах для грибов *Boletu sedulis*. Приведенные соотношения позволяют оценить динамику перехода металла из пробы в раствор.

Из таблицы 2 видно, что наиболее эффективно происходит переход металлов в раствор поваренной соли, где наблюдается четырехкратное снижение содержания меди, пятикратное снижение содержания цинка и девятикратное снижение содержания кадмия. В то же время мы видим, что подобный способ предварительной кулинарной обработки практически не влияет на изменение содержания свинца в пробах грибов *Boletu sedulis*.

Таблица 2 - Соотношение тяжелых металлов в пробах *Boletu sedulis* с разным способом предварительной кулинарной обработки

Металл	Нативная проба	Вываривание в дистиллированной воде	Вываривание в 1Н растворе NaCl
Cu	4	3	1
Zn	5	3	1
Pb	1	1	1
Cd	97	16	1

Кратность снижения содержания тяжелых металлов в пробах грибов *Russula vesca* можно оценить с помощью таблицы 3. Здесь нужно отметить, что переход металлов в раствор происходит более эффективно по сравнению с пробами грибов *Boletu sedulis* для меди, значение концентрации этих металлов уменьшилось в 8, а для кадмия в - 85 раз.

Таблица 3 - Соотношение тяжелых металлов в пробах *Russula vesca* с разным способом предварительной кулинарной обработки

Металл	Нативная проба	Вываривание в дистиллированной воде	Вываривание в 1Н растворе NaCl
Cu	8	4	1
Zn	5	3	1
Pb	1	1	1
Cd	85	15	1

Изменение концентрации цинка в грибах разных видов имеет схожий характер: в обоих случаях наблюдается трех- и пятикратное снижение содержания цинка в пробах. Как и в случае с грибами *Boletu sedulis*, выведение в раствор свинца в пробах грибов *Russula vesca* с помощью выбранных способов предварительной кулинарной обработки также неэффективно. Поэтому можно говорить об отсутствии практического значения этих способов в отношении данного металла.

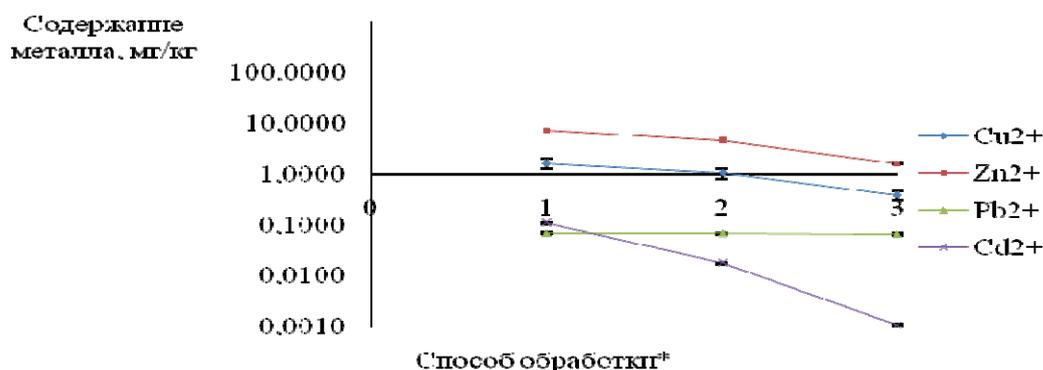
Таблица 4 - Содержание тяжелых металлов в плодовых телах *Boletu sedulis* и *Russula vesca* при разных способах предварительной кулинарной обработки

Проба	Металл, мг/кг сырого вещества			
	Cu	Zn	Pb	Cd
<i>Boletu sedulis</i>				
Нативная проба	1,620	7,350	0,070	0,107
Вываривание в H <sub>2</sub> O	1,034	4,510	0,068	0,018
Вываривание в 1Н растворе NaCl	0,381	1,595	0,066	0,001
<i>Russula vesca</i>				
Нативная проба	3,050	10,680	0,120	0,034
Вываривание в H <sub>2</sub> O	1,708	6,330	0,110	0,006
Вываривание в 1Н растворе NaCl	0,390	2,120	0,100	0,0004

В таблице 4 приведены значения фактических концентраций тяжелых металлов каждой пробы грибов *Boletu sedulis* и *Russula vesca*. Из таблицы 4 видно, что наибольшее значение характерно для цинка. Это согласуется с литературными данными, представленными в работе [4], однако в нашем случае значение для цинка не превышает ПДК (20 мг/кг). Следует отметить, что грибы *Russula vesca* имеют в 1,5 раза большую сорбционную способность, чем *Boletu sedulis*. Наименьшее значение имеет кадмий в пробе грибов *Russula vesca*, притом что содержание кадмия в пробе грибов *Boletu sedulis* превышает ПДК (0,10 мг/кг). Среднесуточное поступление кадмия составляет около 10 мкг в сутки, однако период полувыведения для этого элемента

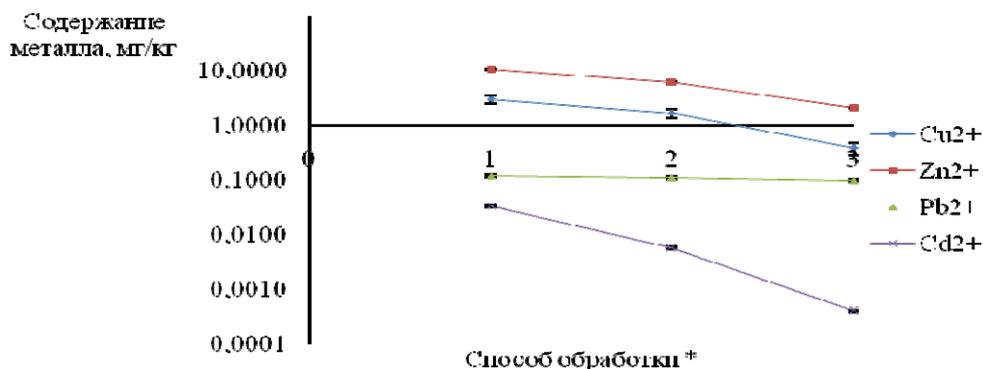
по разным оценкам может составлять от 15 до 38 лет! Основная часть кадмия поступает с пищей (0,2–0,3 мкг/сут) и водой (0,2–0,5 мкг). Допустимая доза не должна превысить 0,5 мкг/сут, порог токсичности 30 мкг/сут. Именно поэтому, несмотря на относительно низкое содержание кадмия в сравнении с другими металлами, именно кадмий представляет наибольшую опасность.

Содержание свинца в пробах грибов *Boletus edulis* и *Russula vesca* имеет близкие значения – около 0,1 мкг/кг (ПДК 0,5 мкг/кг). По результатам, приведенным в таблице 4, видно, что свинец находится в связанной форме и крайне незначительно выводится в раствор. Кадмий и свинец являются антагонистами цинка, кальция и железа, поэтому способны замещать эти элементы, в особенности при недостатке этих элементов в организме [9].



\*1 – без обработки; 2 – кипячение в воде; 3 – кипячение в 1N растворе NaCl

Рисунок 1 – Содержание тяжелых металлов в плодовых телах *Boletus edulis*



\*1 – без обработки; 2 – кипячение в воде; 3 – кипячение в 1N растворе NaCl

Рисунок 2 – Содержание тяжелых металлов в плодовых телах *Russula vesca*

На рисунках в логарифмическом масштабе представлены значения концентраций тяжелых металлов для разных способов обработки. Сравнивая динамику выведения тяжелых металлов без предварительной обработки и при кипячении в разных жидкостях, можно отметить общую тенденцию для грибов *Boletus edulis* и *Russula vesca*.

Таким образом, содержание тяжелых металлов в грибах *Boletus edulis* и *Russula vesca* для эссенциальных биоэлементов, которыми являются медь и цинк, не превысило ПДК. Соответственно данный способ кулинарной обработки снизил ценность грибов в отношении данных элементов. Поскольку они входят в состав ряда ферментов, то эти элементы участвуют в физиологических реакциях организма. В случае превышения ПДК настоящий способ кулинарной обработки позволит снизить содержание меди и цинка в 5–8 раз. Для грибов *Boletus edulis* эффективность снижения для меди от 35%, до 77%, для цинка от 38 до 78%.

В отличие от меди и цинка, свинец и кадмий являются чрезмерными токсикантами и входят в первую и вторую группы по степени опасности для здоровья человека. Они имеют отчетливую тенденцию к накоплению в организме. Значения содержания свинца в пробах

не превысило ПДК, значение для кадмия превышено на 0,007 мг/кг. Эффективность выведения кадмия в раствор в результате предложенных способов кулинарной обработки составило от 85 до 97 раз, или от 83,5 до 98,8%. В то же время для свинца данный способ обработки не является эффективным и его содержание в грибах практически не изменяется.

**Заключение.** Вываривание грибов *Boletu sedulis* и *Russula vesca* в дистиллированной воде в течение 20 минут позволяет снизить содержание тяжелых металлов (цинка, меди, кадмия) в 3-16 раз. Вываривание в 1Н растворе поваренной соли в течение такого же времени позволяет снизить содержание тяжелых металлов в 5-97 раз. Выбранный способ кулинарной обработки оказался неэффективным для выведения свинца.

### Литература

1. Природа Беларуси. Популярная энциклопедия / И.П. Шамякин глав. ред.– Минск : Беларуская Энцыклапедыя, 1989. – С. 469–470.
2. Мир растений: в 7 т. / редкол.: А.Л. Тажгаджан (гл. ред.) [и др.]. – Т. 2: Грибы / М.В. Горленко [и др.]. – М. : Просвещение, 1991. – 475 с.
3. Бурова, Л.Г. Загадочный мир грибов / Л.Г. Бурова. – М. : Наука, 1991. – С. 72–76
4. Маркова, М.Е. Сорбция тяжелых металлов высшими грибами и хитином разного происхождения в опытах *invitro* // М.Е. Маркова [и др.] / Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 118–124.
5. Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология : учебное пособие для вузов / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. – М. : Академия, 2004. – 240 с.
6. Кадмий: Экологические аспекты. – Женева : ВОЗ, 1994. – 160 с
7. Петров, П.Т. Новые лекарственные средства на основе биологически активных соединений мицелиальных грибов / П.Т. Петров, А.Д. Скрипко, К.В. Литвинова и др. // Успехи медицинской микологии. – 2006. – Т. 7. – С. 198–199.
8. Костычев, А.А. Биоабсорбция некоторых химических элементов агарикоидными макромицетами в условиях приволжской лесостепи / А.И. Иванов, А.А. Костычев // Естествознание и гуманизм. – 2007. – Т. 4. – С. 76–77.
9. Левина, Э.Н. Общая токсикология металлов / Э.Н. Левина – М. : Наука, 1972. – 184 с.

УДК 581.526.33(447.43)

## Растительный покров склоновых болот Среднего Приднестровья (Украина)

И.А. Кузь

На основе собственных исследований выявлен флористический состав склоновых болот Среднего Приднестровья. С помощью эколого-флористического метода проведена синтаксономическая характеристика и ценотический анализ выявленных ценозов, отмечены особенности распространения диагностических видов.

**Ключевые слова:** склоновое болото, ассоциация, Среднее Приднестровье.

Based on the original research there is revealed the floristic composition of slope bogs in the Middle Pridnestrovie. With eco-floristic method there is performed syntaxonomical characteristics and coenotic analysis of the revealed cenoses, and there are marked the features of the distribution of diagnostic species.

**Key words:** slope bogs, association, Middle Pridnestrovie.

**Введение.** Район Среднего Приднестровья был выделен при флористическом районировании Вольно-Подоллии Б.В. Заверухой в 1985 году [11]. Согласно торфяно-болотному районированию он входит в район Подольской Лесостепи [19]. Среднее течение Днестра в пределах Украины протекает от г. Залещики (Тернопольская обл.) до г. Могилев-Подольский (Винницкая обл.).

В грунтовом покрове региона преобладают разные подтипы серых оподзоленных почв, которые сформировались на лессах. Реже встречаются оподзоленные черноземы. Характерная черта региона – наличие дерново-карбонатных почв, которые подстилаются мергелями мелового периода или известняками и гипсом третичного возраста и приурочены к склонам Днестра и его притоков. На элювиальных и аллювиальных отложениях в понижениях, на днищах балок, в заводях, в условиях избыточного увлажнения образовались гидроморфные черноземно-луговые и луговые почвы, а на плотных глинах, часто на склонах – мочаристые.

Климатические условия Среднего Приднестровья, которое находится в зоне достаточного увлажнения [7] в целом способствуют болотообразованию. Однако геоморфологическое строение этой части Подольской возвышенности (так называемое Тернопольское плато, расположенное на высоте 300–347 м над уровнем моря, изрезанное притоками Днестра на плосковершинные междуречья) препятствует данному процессу, и болота здесь образуются лишь в местах, где застаивается вода.

Заболоченность указанного региона не превышает 1% общей площади [3]. Несмотря на низкий процент заболоченности, болотные массивы играют важную роль в поддержании биологического разнообразия и экологического равновесия, являются основной составляющей Днестровского и Товтрового экокоридоров региональной экосети, а часть их принадлежит к водно-болотным угодьям международного значения (по Рамсарскому списку).

На данной территории представлены пойменные, долинные и склоновые болота. Наиболее необычными типами болот на территории исследования можно считать склоновые, или висячие, хорошо известные в горных районах в различных местах Земли [13]. На территории Украины такие болота описаны в районе Карпат [1], [2], [20], [21], [22]. Они расположены на горных склонах (с наклоном 10–15°) по долинам ручьев или при выходе источников. Площадь их от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных метров. По данным Т.Л. Андриенко [1], это наиболее молодые болота Карпат, которые находятся в эвтрофной стадии. Висячие болота встречаются также и на равнинной части Украины в местах с холмистым рельефом и водоупорной коренной породой [4]. Так, в степной зоне, В.С. Доктуровский [9] описывает данный тип болот, который образуется на водонепроницаемом слое балтийских глин. В Центральном Полесье на Житомирщине Г.Ф. Бачурина [5]

описывает всячье болото, сформированное на гранитной основе, а Л.С. Балашов [4] в этом же регионе дает характеристику торфяного болота, которое образовалось на склоне с лессовидными суглинками. В районе Среднего Приднестровья также были отмечены склоновые (висячие) болота Л.С. Балашовым и др. [3], С.И. Ковальчуком и др. [14]. Такие болота встречаются и среди лугово-степных массивов, и на каменистых склонах и, как правило, занимают его нижнюю треть или середину.

Специальные исследования болотной растительности, в том числе и склоновых болот, на территории Среднего Приднестровья не проводились. Существуют отдельные указания в работах более широкого профиля. В работах М.С. Боч и Н.И. Рубцова [6], Е.М. Брадис и Л.С. Балашова [8], С.В. Зелинки с соавторами [12] можно найти краткую характеристику разных типов болот и болотных ценозов при описании болотных заказников Западного Подолья. Проводил исследования растительности водных и водно-болотных угодий на территории Подолья и М.И. Козак [15], [16]. В последние годы разнообразием флоры Среднего Приднестровья занимались В.В. Новосад и Л.И. Крицкая [17].

Целью нашего исследования было выявление флористического состава склоновых болот Среднего Приднестровья, проведение его синтаксономической характеристики, ценотического анализа и выявления особенностей распространения диагностических группировок.

**Материалы и методика исследований.** Основным материалом для составления синтаксономической схемы растительности склоновых болот Среднего Приднестровья послужили полевые исследования, которые включили 45 полных геоботанических описаний, сделанных в течение 2011–2012 гг. Было выявлено и описано 7 склоновых болотных массивов разной экспозиции и крутизны. В ходе исследований использован эколого-флористический метод Браун-Бланке. Проективное покрытие видов определяли в процентах, а затем переводили в баллы обилия Браун-Бланке: «r» – вид чрезвычайно редок; «+» – вид редок и имеет малое покрытие; «1» – покрытие до 5%; «2» – 6–25%; «3» – 26–50%; «4» – 51–75%; «5» – 76–100%. Полевые исследования осуществлялись детально-маршрутным методом. Создание базы данных и первичная обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы TURBOVEG [23], анализ и классификация – с помощью программы JUICE 7.0 [24]. Синтаксономическая схема составлялась на основе «Синтаксономии растительности Украины», разработанной В.А. Соломахой [18].

**Результаты исследований.** В отличие от склоновых болот Карпат и северной Подольи, в растительном покрове которых преобладают осоково-гипновые, хвощево-гипновые или пушицево-гипновые ценозы, в формировании травостоя болот Среднего Приднестровья чаще всего принимают участие фитоценозы с доминированием тростника, камыша и осоки с различными видами болотного высокотравья. На основе собственных исследований составлена синтаксономическая схема растительности склоновых болот Среднего Приднестровья. Она представлена двумя классами: *Phragmito-Magnocaricetea* и *Molinio-Arrhenatheretea*, в пределах которых выделено три основные ассоциации, принадлежащие трем порядкам и трем союзам:

Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941

Порядок *Phragmitetalia* W. Koch 1926

Союз *Phragmition communis* W. Koch 1926

1. *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939

Порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

Союз *Caricion gracilis* (Neuhausl 1959) Bal.–Tul. 1963

2. *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) R. Tx. 1937

Класс *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937

Порядок *Molinietalia* W. Koch 1926

Союз *Calthion* R. Tx. 1937

3. *Scirpetum sylvatici* Eggler 1933

Сообщества класса *Phragmito-Magnocaricetea* широко распространены на всех типах болот изучаемого ареала. На склоновых болотах класс представлен двумя ассоциациями.

Таблица 1. Ассоциация *Phragmitetum communis*

Порядковый номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8
Авторский номер описания	18	22	01	73	76	02	35	39
Проективное покрытие, %	95	100	95	100	90	85	80	60
Количество видов	23	5	24	7	9	10	12	7
Площадь описания, м <sup>2</sup>	50	200	100	50	80	50	80	50
D. s. ass. <i>Phragmitetum communis</i>								
<i>Phragmites australis</i>	5	5	5	4	5	4	4	4
D. s. cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>								
<i>Equisetum palustre</i>	+	.	+	r	1	.	1	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	r	.	+	+	.	.	.
<i>Carex acuta</i>	.	.	.	3	+	.	.	1
<i>Carex hirta</i>	r	.	+	.	.	.	.	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	1	.	.	1	.	.
D. s. cl. <i>Galio-Urticetea</i>								
<i>Ranunculus repens</i>	r	.	1	.	r	+	1	.
<i>Urtica dioica</i>	r	r	+	.	.	+	.	.
<i>Mentha longifolia</i>	r	.	r	.	+	+	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	r	.	+	.	.	.	.	.
Другие виды								
<i>Poa trivialis</i>	r	.	1	.	r	+	.	.
<i>Sonchus palustris</i>	+	.	.	r	+	.	+	+
<i>Epilobium hirsutum</i>	r	.	+	.	.	r	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	r	.	+	.	.	+	.	.
<i>Phalacrolooma annuum</i>	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Arctium lappa</i>	r	.	r	.	.	.	.	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	.	.	r	.	.	r	.	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	r	.	.	.	r	.
<i>Hygroamblystegium tenax</i>	.	.	.	.	.	.	+	+

Наибольшей территориальной распространенностью и общей площадью характеризуется ассоциация *Phragmitetum communis* (табл. 1): отмечена на 5 болотных массивах из 7 описанных. Характер развития, вертикальная и горизонтальная структура, флористический состав этого сообщества в основном зависит от степени увлажнения и антропогенного влияния.

Ценотическая характеристика: общее проективное покрытие ценозов составляет 60–100%, диагностического вида – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud – 50–80%. Флористический состав ассоциации насчитывает от 5 до 24 видов. В среднем по 12 в описании. Общее количество видов цветковых и высших споровых растений, обнаруженных в данных сообществах, составляет 51.

Кроме диагностического вида наибольшим постоянством характеризуются *Equisetum palustre* L., *Ranunculus repens* L., *Urtica dioica* L., *Agrostis stolonifera* L., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Sonchus palustris* L. По краю болотных массивов и на более сухих участках часто встречаются *Poa trivialis* L., *Epilobium hirsutum* L., *Carex acuta* L., *Achillea millefolium* L.

Примечание: виды, отмеченные в одном описании:

*Scrophularia nodosa* (1: +), *Cirsium palustre* (1: +), *Archangelica officinalis* (1: r), *Geum rivale* (1: r), *Plantago media* (1: r), *Tussilago farfara* (1: r), *Taraxacum officinale* ag. (1: r), *Rorippa palustris* (1: r), *Leonurus villosus* (2: r), *Equisetum arvense* (2: r), *Symphytum officinale* (3: +), *Humulus lupulus* (3: +), *Lysimachia nummularia* (3: +), *Inula helenium* (3: r), *Valeriana officinalis* (3: r), *Salix fragilis* (3: r), *Marrubium vulgare* (3: r), *Persicaria hydropiper* (3: r), *Mentha x verticillata* (4: +), *Myosotis scorpioides* (4: +), *Lythrum salicaria* (5: r), *Carex acutiformis* (6: 2), *Filipendula ulmaria* (7: 2), *Lythrum virgatum* (7: 1), *Carex nigra* (7: 1), *Veronica beccabunga* (7: +), *Daucus carota* (7: r), *Thalictrum lucidum* (7: r), *Scirpus sylvaticus* (8: 1), *Mentha aquatica* (8: +), *Equisetum sylvaticum* (8: +).

Местонахождение и дата описания: 1 – за урочищем «Совый яр», между селами Выхватневы и Крушановка Каменец-Подольского района Хмельницкой области, первый

болотный массив от трассы, восточный склон (15°), (29.05.2011); 2 – за урочищем «Совый яр», третий болотный массив от трассы, восточный склон (20°) (26.07.2011); 3 – за с. Сурженцы Каменец-Подольского района Хмельницкой области, юго-западный склон (30°) (29.05.2011); 4 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл., северо-западный склон (до 30°) (10.07.2012); 5 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл., западный склон (20°) (10.07.2012); 6 – за с. Сурженцы Каменец-Подольского района Хмельницкой области, нижняя часть болотного массива (29.05.2011); 7 – возле с. Грушка Каменец-Подольского района Хмельницкой области, восточный склон (15°) (17.05.2012); 8 – нижняя часть болотного массива возле с. Грушка Каменец-Подольского района Хмельницкой области (17.05.2012).

При достаточном увлажнении, как правило, в местах выхода источников или выклинивания грунтовых вод, тростниковые сообщества имеют упрощенное одно- или двухъярусное строение, где доминирующий вид почти полностью подавляет рост и развитие других видов. И только в местах, где количество влаги уменьшается или ассоциация испытывает негативное влияние человека (выкашивание, выжигание, загрязнение бытовыми отходами), наблюдается угнетение развития доминанта и проникновения луговых и сорных видов с прилегающих территорий.

В эколого-ценотических рядах ассоциация размещается между ценозами классов *Phragmito–Magnocaricetea (Caricetum gracilis)* и *Molinio–Arrhenatheretea (Scirpetum sylvatici)*. На исследованных болотах ценозы имеют равномерное групповое строение.

Синэкология: ассоциация с широкой экологической амплитудой, занимает самые разнообразные переувлажненные места обитания и места с близким залеганием грунтовых вод на водонепроницаемых породах.

Синхорология: ассоциация является одной из самых распространенных в Украине, ее ценозы занимают значительные площади на всей территории региона исследований, чаще формируются монодоминантные группировки. На склоновых болотах наилучшего развития достигают в местах выхода на поверхность грунтовых вод, как правило, в средней части болотного массива.

Ассоциация *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) R. Tx. 1937 (табл. 2).

Таблица 2 - Ассоциация *Caricetum gracilis*

Порядковый номер описания	1	2	3	4	5	6
Авторский номер описания	23	14	74	75	78	36
Проективное покрытие, %	100	95	90	100	100	95
Количество видов	12	6	13	10	6	11
Площадь описания, м <sup>2</sup>	50	100	80	70	30	50
<i>D. s. ass. Caricetum gracilis</i>						
<i>Carex acuta</i>	4	5	3	5	5	5
<i>Equisetum fluviatile</i>	r	1	2	.	.	+
<i>Lycopus europaeus</i>	r	+	1	1	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>	1	r	1	1	1	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	2	+	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia.</i>	r	.	+	.	.	1
<i>Mentha longifolia</i>	.	+	1	+	+	1
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Valeriana officinalis</i>	.	.	3	1	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	.	.	2
Другие виды						
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1	1	.	.
<i>Sonchus palustris</i>	.	.	1	+	r	.
<i>Mentha x verticillata</i>	.	.	.	1	1	.

Ценотическая характеристика: общее проективное покрытие сообществ колеблется в пределах 90–100%. Видовая насыщенность ассоциации составляет от 6 до 13 видов, в среднем по 10 в одном описании. В образовании ценозов ведущая роль принадлежит *Carex acuta* L. – 40–95%. Кроме того, диагностическими видами данной ассоциации выступают *Equisetum fluviatile* L. (1–15%) и *Lycopus europaeus* L. (1–5%). В целом для ассоциации отмечено 28 видов, большая часть которых относится к луговым. С большим постоянством встречаются *Lythrum salicaria* L., *Lysimachia nummularia* L., *Mentha longifolia*, *Sonchus palustris*.

Примечание: виды, отмеченные в одном описании:

*Epilobium hirsutum* (1:2), *Eupatorium cannabinum* (1:1), *Symphytum officinale* (1:+), *Mentha aquatica* (1:+), *Caltha palustris* (1:r), *Cirsium palustre* (3:r), *Myosotis scorpioides* (3:r), *Dipsacus laciniatus* (3:r), *Carex vulpina* (4:1), *Sium latifolium* (4:+), *Hygroamblystegium tenax* (6:2), *Vicia cracca* (6:1), *Galium palustre* (6:+), *Lathyrus palustris* (6:+), *Poa pratensis* (6:+).

Местонахождение и дата описания: 1 – за урочищем «Совый яр», третий болотный массив от трассы, нижняя часть болотного массива – корытоподобная ложбина со склонами 30–40° (26.07.2011); 2 – северо-восточная часть с. Врублевцы Каменец-Подольского района Хмельницкой области, восточный склон (20°), центральная часть массива (25.07.2011); 3 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл., северо-западный склон (до 30°) (10.07.2012); 4 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл. (вдоль ручья) (10.07.2012); 5 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл. (пятно среди ассоциации *Scirpetum sylvatici*) (10.07.2012); 6 – возле с. Грушка Каменец-Подольского района Хмельницкой области, верхняя часть склона (17.05.2012).

Синэкология: сообщества широко распространены на влажных и мокрых лугах с лугово-болотистой или торфяно-болотистой гидроморфной почвой.

Синхорология: на склоновых болотах исследуемой территории ценозы встречаются довольно часто, занимая, как правило, нижнюю часть склона, постепенно переходя на прилегающие луга.

Ассоциация *Scirpetum sylvatici* Egger 1933 (табл. 3)

Таблица 3. Ассоциация *Scirpetum sylvatici*

Порядковый номер описания	1	2	3	4	5
Авторский номер описания	20	15	72	77	37
Проективное покрытие, %	98	95	90	100	95
Количество видов	11	7	13	11	10
Площадь описания, м <sup>2</sup>	50	30	80	70	60
<b>D. s. ass. <i>Scirpetum sylvatici</i></b>					
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	5	4	5	5
<i>D. s. cl. Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Lythrum salicaria</i>	r	l	+	l	.
<i>Poa trivialis</i>	.	+	+	.	+
<i>Mentha longifolia</i>	.	.	3	+	.
<i>Cirsium palustre</i>	r	.	.	+	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	r	.	.	r
<b>Другие виды</b>					
<i>Equisetum palustre</i>	.	+	.	l	l
<i>Epilobium hirsutum</i>	r	.	l	.	.
<i>Sonchus palustris</i>	+	.	+	.	l

Примечание: виды, отмеченные в одном описании:

*Eupatorium cannabinum* (1:+), *Glechoma hederacea* (1:r), *Mentha aquatica* (1:3), *Stachys recta* (1:+), *Galium aparine* (1:+), *Urtica dioica* (1:+), *Mentha pulegium* (2:2), *Epilobium palustre*

(2:+), *Equisetum sylvaticum* (3:+), *Carex vulpina* (3:1), *Juncus inflexus* (3:+), *Alopecurus arundinaceus* (3:r), *Myosoton aquaticum* (3:+), *Lycopus europaeus* (3:+), *Rumex confertus* (3:r), *Typha latifolia* (4:+), *Sonchus oleraceus* (4:r), *Dipsacus laciniatus* (4:r), *Mentha x verticillata* (4:2), *Lythrum virgatum* (4:+), *Solanum dulcamara* (4:+), *Carex acuta* (5:+), *Daucus carota* (5:r), *Achillea millefolium* (5:r), *Symphytum officinale* (5:+), *Vicia cracca* (5:+).

Местонахождение и дата описания: 1 – за урочищем «Совый яр», между селами Выхватневцы и Крушановка Каменец-Подольского района Хмельницкой области, второй болотный массив от трассы, восточный склон (20°) центральная часть массива, (26.07.2011); 2 – северо-восточная часть с. Врублевцы Каменец-Подольского района, Хмельницкой области, восточный склон (20°), верхняя часть массива (25.07.2011); 3 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл., восточный склон (до 20°), верхняя часть массива (10.07.2012); 4 – между с. Вендичаны и с. Сугаки Могилев-Подольского района Винницкой обл., западный край массива (10.07.2012); 5 – верхняя часть болотного массива возле с. Грушка Каменец-Подольского района Хмельницкой области (17.05.2012).

Ценоотическая характеристика: сообщества с доминированием *Scirpus sylvaticus* L. представлены небольшими участками по окраинам склоновых болот на илисто-луговых почвах. Площадь, занимаемая их травостоями, составляет от 30 до 80 м<sup>2</sup>. Общее проективное покрытие ценозов – 90–100%. В формировании сообществ принимают участие 7–13 видов. Общее количество выявленных видов – 35. Постоянным компонентом исследуемых сообществ являются разные виды рода *Mentha*, что в целом не характерно для данной ассоциации. Активное участие в формировании травостоя принимают также *Lythrum salicaria*, *Poa trivialis*, *Equisetum palustre*, *Sonchus palustris*.

**Выводы.** В целом флористический состав склоновых болот Среднего Приднестровья является типичным для переувлажненных участков исследуемой территории, но он значительно отличается от подобных болот соседних территорий.

Малое разнообразие экотопических условий обусловило низкое синтаксономическое разнообразие его растительного покрова. В отличие от всяких болот Карпат, для которых характерным является пестрый и полидоминантный моховой покров, на склоновых болотных массивах Среднего Приднестровья гипновые мхи были отмечены только на одном болоте (район с. Грушка) в небольшом количестве.

Не встречаются также сообщества с древовидными или кустарниковыми формами, что отличает их от склоновых болот Полесья, где в некоторых местах сохранились фрагменты ольховых болот, которые в этом регионе являются заключительной стадией синценогенеза [4], [5].

С целью обеспечения сохранения ландшафтного разнообразия и соблюдения экологического равновесия на территории региона необходимо постоянно проводить организованный мониторинг болотных участков и целесообразным является создание в этом регионе локальной экологической сети с включением в нее склоновых болот.

## Литература

1. Андриенко, Т.Л. Типы болот Украинских Карпат / Т.Л. Андриенко // Типы болот СССР и принципы их классификации. – Ленинград : Наука, 1974. – С. 110–115.
2. Андрієнко, Т.Л. Висячі болота Українських Карпат в долині р. Терембі / Т.Л. Андрієнко, С.Ю. Попович // Укр. ботан. журн. – 1981. – Т. 38, № 5. – С. 28–32.
3. Балашов, Л.С. Современное состояние болот Лесостепи / Л.С. Балашов, Т.Л. Андриенко, А.И. Кузьмичев [и др.] // Изменение растительности и флоры болот УССР под влиянием мелиорации. – Киев : Наук. думка, 1982. – С. 110–121.
4. Балашов, Л.С. Висяче болото в долині середньої течії річки Тетерів / Л.С. Балашов // Укр. ботан. журн. – 1987. – Т. 44, № 2. – С. 73–77.
5. Бачуріна, Г.Ф. Торфові болота Українського Полісся. / Г.Ф. Бачуріна – К. : Наук. думка, 1964. – 207 с.
6. Боч, М.С. О болотных массивах западных районов Подольской возвышенности / М.С. Боч, Н.И. Рубцов // Ботан. журн. – 1962. – № 4. – С. 506–518.

7. Брадiс, Є.М. Район Подiльського Лiсостепу / Є.М. Брадiс // Торфово–болотний фонд УРСР, його районування та використання. – К. : Наук. думка, 1973. – С. 141–152.
8. Брадiс, Е.М. Болота Западної Подолии / Е.М. Брадiс, Л.С. Балашов // Природа болот и методы их исследований. – Ленинград : Наука, 1967. – С. 43–46.
9. Доктуровський, В.С. Торфяні болота / В.С. Доктуровський – М.; Ленинград : Госгортехиздат, 1932. – 192 с.
10. Заверуха, Б.В. Флора Вольно-Подолии и ее генезис / Б.В. Заверуха – К.: Наук. думка, 1985. – 192 с.
11. Зелiнка, С. В. Болотні заказники Західного Подiлля / С.В. Зелiнка, Л.С. Балашов, В.О. Шиманська // Укр. ботан. журн. – 1984. – Т. 41. – № 6. – С. 77–81.
12. Кац, Н.Я. Болота Земного шара / Н.Я. Кац – М : Наука, 1971. – 295 с.
13. Ковальчук, С.І. Дивні болота Хмельниччини / С.І. Ковальчук, Л.Г. Любiнська, Ю.К. Сорочан // Водні багатства Хмельниччини. – Кам-Под. : Абетка, 2001. – 52 с.: іл.
14. Козак, М.І. Водно-болотні угiддя Західного Подiлля: стан та особливості рослинного покриву / М.І. Козак // Актуальні пробл. ботан. та екол.: Конф. мол. учен. – ботан.: тези допов. – Канiв, 2004. – С. 108–109.
15. Козак, М.І. Рослинність водно-болотних заказників Західного Подiлля / М.І. Козак // Актуальні проблеми ботанiки та екологiї. Матер. конф. мол. учен.-ботан. – К: Фітосоціоцентр, 2008. – № 2. – С. 94–97.
16. Новосад, В.В. Фіто- та флорорiзноманiття Середнього Приднiстров'я. Судинні рослини / В.В. Новосад, Л.І. Крицька – К. : Фітон, 2010. – 303 с.
17. Соломаха, В.А. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення / В.А. Соломаха – К. : Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.
18. Торфово-болотний фонд УРСР, його районування та використання / Є.М. Брадiс, А.І. Кузьмичов, Т.Л. Андриєнко [и др.] – К. : Наук. думка, 1973. – 263с.
19. Чорней, І.І. Болота Буковинських Карпат / І.І. Чорней, В.В. Буджак, Т.Л. Андриєнко // Укр. ботан. журн. – 2008. – Т. 65, № 2. – С. 180–188.
20. Шеляг–Сосонко, Ю.Р. Рослинність болiт долини Верхнього Днiстра / Ю.Р. Шеляг–Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1963. – Т. 20, № 1. – С. 93–101.
21. Шеляг–Сосонко, Ю.Р. Рослинність болiт Верхньо-Днiстровських Бескид / Ю.Р. Шеляг–Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1965. – Т. 22, № 6. – С. 104–105.
22. Hennekens, S.M. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data / S.M. Hennekens, J.H.J Schaminée. // J. Veg. Sci. – 2001. – V. 12. – P. 589–591.
23. Tichý, L. JUICE, software for vegetation classification / L.Tichý // J. Veg. Sci. – 2002. – V. 13. – P. 451–453.

УДК 581.5

## Фитоценотические взаимоотношения древесных видов в производных мелколиственных насаждениях Беларуси

М.С. ЛАЗАРЕВА, Л.К. КЛИМОВИЧ, В.М. ЕФИМЕНКО

В статье показана динамика доли участия дуба в составе производных мелколиственных насаждений Республики. Установлена 20-летняя динамика высот древесных видов при совместном их произрастании. Рассчитаны показатели конкурентных отношений в производных мелколиственных насаждениях.

**Ключевые слова:** межвидовая конкуренция, производные насаждения, мелколиственные насаждения, широколиственные виды.

The article shows the evolution of participation rates of the oak trees in derivative small-leaved forests in the Republic of Belarus. There was established a 20-year dynamics of woody species heights when sharing their vegetation. The values of competition in the derivative small-leaved forests have been calculated.

**Keywords:** interspecific competition, derivative forests, small-leaved forests, broadleaf species.

**Введение.** Дубравно-широколиственные леса характеризуются большим разнообразием условий произрастания и широким спектром вариантов смешения древесных видов в составе насаждений, что обуславливает сложность ценологических взаимовлияний в древостое и большую вариабельность морфологических признаков. Это затрудняет возможность подбора сравнимых объектов исследований, составляющих естественный ряд, и, следовательно, математического описания процессов роста и формирования насаждений. Не менее сложными для изучения являются мелколиственные насаждения, производные от широколиственных лесов. Особый интерес вызывают производные насаждения, в составе которых присутствуют широколиственные виды, т.к. они могут рассматриваться как резерв для увеличения площади дубравной формации.

Целесообразность их перевода рубками промежуточного пользования в категорию хозяйственно-ценных должна обосновываться конкретными критериями, а лесохозяйственные мероприятия регламентироваться нормативами, которые разрабатываются на основе закономерностей роста насаждений.

Все многообразие взаимодействий древесных пород в насаждениях М.В. Колесниченко объединил в следующие типы: генеалогические, физиологические, биотрофные, биофизические, механические и аллелопатические [1]. В производных мелколиственных насаждениях, наиболее значимыми взаимодействиями, на наш взгляд, являются биофизические, т.е. связанные с изменением освещенности, температуры, влажности и других факторов среды, и биотрофные, происходящие в ризосфере в процессе потребления и возврата элементов питания.

Фитоценотические взаимоотношения между отдельными древесными видами в широколиственных и производных от них мелколиственных насаждениях характеризуются высокой напряженностью межвидовой борьбы. Конкурентоспособность одной и той же породы изменяется в зависимости от возраста и условий местопроизрастания: с ухудшением последних наблюдается обострение конкурентных взаимоотношений в насаждении.

Целью исследований являлось установление особенностей межвидовой конкуренции в мелколиственных насаждениях, производных от широколиственных лесов Беларуси.

**Объекты и методика исследований.** Изучение роста древостоев в значительной степени определяется наличием достаточного количества точной и полной информации [2], [3]. Постоянные и временные пробные площади по изучению закономерностей роста насаждений и разработке нормативов рубок ухода, анализ хода роста древесных стволов, также материалы таксационных описаний насаждений лесхозов республики обеспечили необходимое количество исходного материала.

Исследования проводились в подзоне широколиственно-сосновых лесов (грабовых дубрав) – Бугско-Полесский и Полесско-Приднепровский лесорастительные районы; в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов (елово-грабовых дубрав) – Неманско-Предполесский и Березинско-Предполесский лесорастительные районы и в подзоне дубово-темнохвойных лесов (еловых дубрав) – Западно-Двинский лесорастительный район.

В работе использована разработанная ранее конструкция базы данных, которая позволяет работать с любым исходным материалом. База данных включает форму ввода данных, таблицу хранения данных, и возможность создания запросов и отчетов по заданному критерию, что позволяет дать полную лесоводственно-таксационную характеристику объектов исследований. Для установления зависимости таксационных показателей целевой, преобладающей и сопутствующих пород от возраста использованы стандартные программы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов.

Анализ фитоценотического взаимодействия древесных видов, их конкурентоспособности сделан на основе комплекса показателей количественной оценки межвидовых отношений (напряженности роста, коэффициентов конкурентных отношений, степени устойчивости насаждений) по Решетникову В.Ф. с соавт. [4]. Объектами исследований межвидовой конкуренции являлись смешанные, условно-однообразные и одноярусные мелколиственные насаждения в возрасте от 5 до 40 лет. В связи с большим объемом работ исследования проведены в наиболее распространенных кисличных, а также снытевых и орляковых сериях типов леса.

**Результаты и обсуждение.** В мелколиственных насаждениях, производных от широколиственных лесов, по характеру взаимовлияний древесных видов в лесном фитоценозе выделены березовые, осиновые, черноольховые, а в Западно-Двинском лесорастительном районе (Витебское ГПЛХО и частично Могилевское ГПЛХО) и сероольховые типы производных (сукцессионных) насаждений.

На рисунке 1 показана динамика доли участия дуба в производных мелколиственных насаждениях в разрезе ГПЛХО.

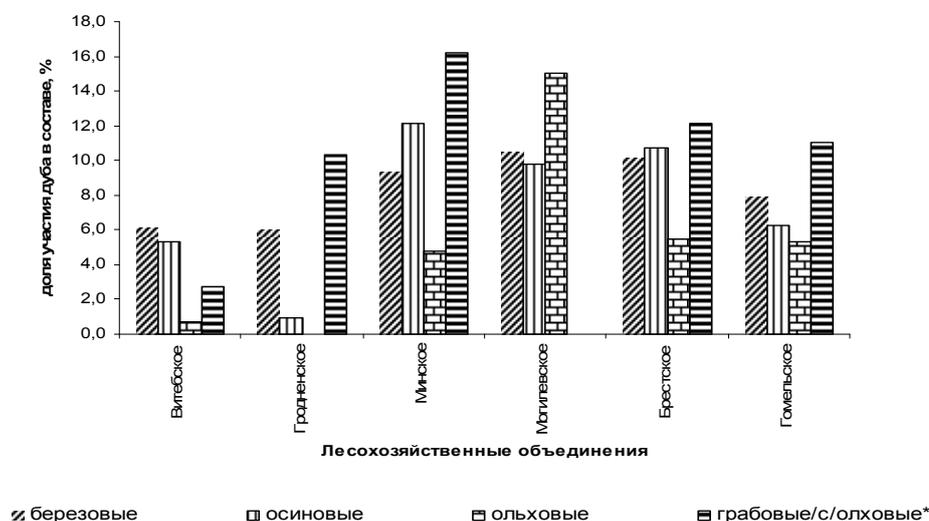


Рисунок 1 – Динамика доли участия дуба в составе производных насаждений

В производных березовых и осиновых насаждениях доля дуба не превышает в среднем одну единицу состава, за исключением осиновых насаждений Гродненского ГПЛХО, для которых характерно единичное присутствие дуба в насаждении (в среднем 1%).

В условиях Могилевского ГПЛХО в составе производных черноольховых насаждений участие дуба достигает двух единиц состава, а в условиях Гомельского и Брестского, в основном, не превышает 5% запаса насаждений.

В составе лесов республики имеются производные мелколиственные насаждения, в которых отмечается участие дуба в составе второго яруса. На рисунке 2 представлена динамика долевого участия дуба в составе второго яруса производных насаждений в разрезе ГПЛХО.

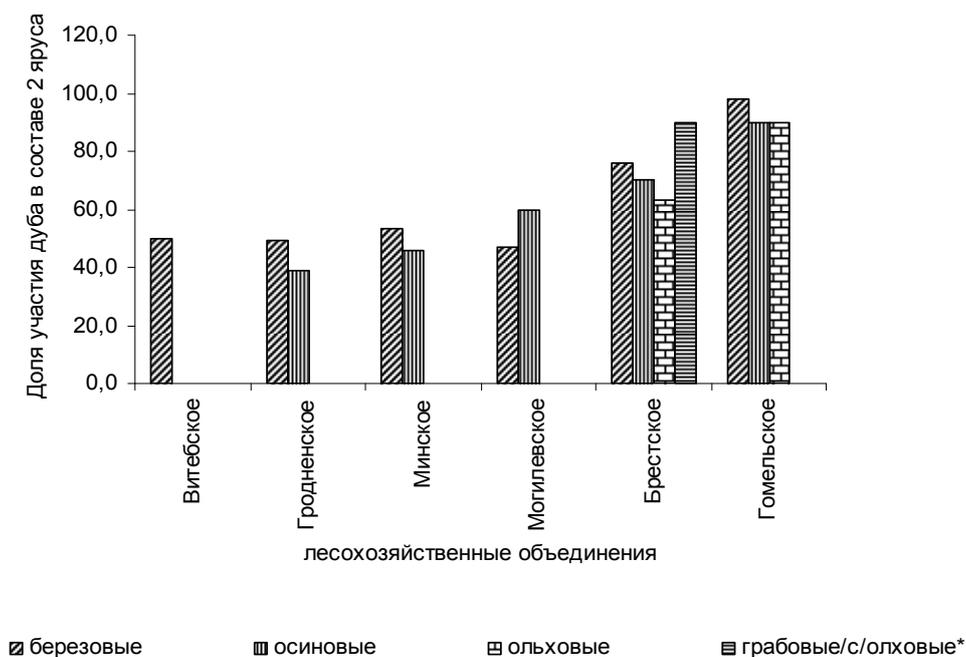


Рисунок 2 – Динамика долевого участия дуба в составе второго яруса производных мелколиственных насаждений

Исследования показали, что производные березовые насаждения с участием дуба во втором ярусе встречаются на всей территории республики, с увеличением их площади к югу. В осинниках участие дуба во втором ярусе отмечается практически на всей территории республики, за исключением северной ее части (Витебское ГПЛХО). Вероятно, это объясняется большей устойчивостью и конкурентоспособностью в этих географических условиях ели, которая преобладает в составе подроста изучаемых насаждений.

По югу республики (Гомельское и Брестское ГПЛХО) дуб встречается также во втором ярусе производных черноольховых насаждений.

На основании изменчивости и степени сопряженности усредненных таксационных параметров производных мелколиственных насаждений построена их возрастная динамика. В таблице 1 представлена корреляционная матрица таксационных показателей на примере березовых производных насаждений.

Основной целью при выращивании дубовых насаждений и переводе рубками промежуточного пользования производных от них мелколиственных в хозяйственно-ценные является формирование оптимального состава, при котором дуб к возрасту спелости накапливает максимальный запас высококачественной древесины.

В этой связи наиболее ответственным периодом является возраст молодняков, особенно I класс возраста, т.к. именно в этот период формируется состав, и без своевременных и регулярных рубок ухода обеспечить преобладание целевой породы часто не представляется возможным.

По данным постоянных и временных пробных площадей составы производных мелколиственных насаждений представлены 10 и более древесными видами, в том числе быстрорастущими, которые в короткие сроки занимают господствующее положение в лесном пологом и угнетают широколиственные виды (дуб, ясень, клен, липу).

Биологическими особенностями дуба являются его медленный рост на виргинильном этапе онтогенеза, требовательность к световым условиям, чтобы верхняя часть кроны была хорошо освещена, а нижняя имела боковое затенение. В смешанном насаждении с преобладанием второстепенных древесных видов в условиях сильной конкуренции, как видно из рисунка, практически все древесные виды превышают дуб по высоте. Различия по высоте у дуба с березой и осинкой в отдельные периоды достигает 3 и более раза.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между таксационными показателями в производных березовых насаждениях (по усредненным данным при уровне достоверности коэффициента корреляции 0,05)

	Доля участия пород в составе, %										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Д	ТВЛ	Б	Ос	Олч	Олс	Г	Е												
Доля участия пород в составе, %	Дуб	1,000																		
	ТВЛ	-0,482	1,000																	
	Береза	-0,179	-0,406	1,000																
	Осина	-0,178	-0,401	0,048	1,000															
	Ольха черная	-0,655	0,566	-0,348	-0,480	1,000														
	Ольха серая	-0,545	0,435	-0,419	-0,566	0,995	1,000													
	Граб	0,749	0,206	-0,372	-0,312	-0,433		1,000												
	Ель	0,135	-0,298	0,282	0,326	-0,476	-0,134	-0,020	1,000											
	1 Возраст дуба, лет	-0,096	0,018	-0,020	-0,082	0,419	-0,304	-0,546	-0,357	1,000										
	2 Высота дуба, м	-0,509	-0,069	0,009	0,090	0,081	0,541	-0,648	-0,316	0,260	1,000									
3 Средняя высота березы, м	-0,018	0,086	-0,181	-0,023	-0,067	0,388	0,014	-0,462	0,281	0,114	1,000									
4 Средняя высота осины, м	-0,232	0,367	-0,121	-0,207	0,148	0,549	-0,399	-0,330	0,451	0,492	0,261	1,000								
5 Средняя высота граба, м	-0,134	0,155	-0,383	0,273	0,415		-0,175	-0,332	0,199	0,445	0,117	0,354	1,000							
6 Средняя высота ели, м	0,050	0,184	-0,237	0,154	-0,703	0,040	0,802	-0,256	-0,141	0,762	0,523	0,337	0,768	1,000						
7 Средняя высота твердолиственных пород, м	-0,360	0,014	-0,276	-0,024	0,443	-0,396	-0,275	-0,550	0,317	0,695	-0,256	0,411	0,635	0,943	1,000					
8 Количество подроста дуба, тыс. шт./га	-0,257	0,040	-0,544	0,172	0,274	0,237	0,118	-0,430	-0,214	-0,232	0,062	-0,417	0,323	-0,102	-0,302	1,000				
9 Доля участия дуба во втором ярусе насаждения, %	0,202	-0,204	-0,031	-0,158	0,459	-0,509	-0,165	-0,397	0,619	0,447	-0,201	0,299	0,722	-0,461	0,721	-0,169	1,000			

На рисунке 3 представлена возрастная динамика высот по породам в березовых производных насаждениях

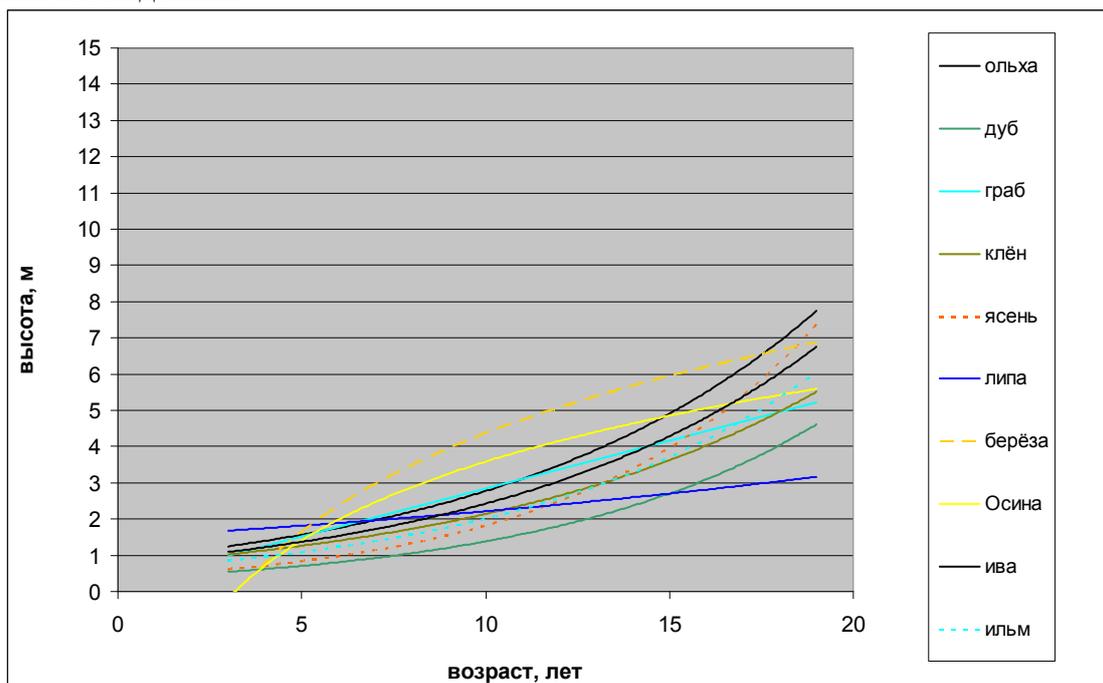


Рисунок 3 – Динамика высот древесных видов (по данным 43 пробных площадей)

В таблице 2 на примере пробных площадей представлены основные показатели конкурентных отношений в производных высокополнотных березовых и осиновых насаждениях. Составы насаждений, представленные в таблице, рассчитаны: 5-летнее насаждение – по числу стволов, остальные – по запасу.

Таблица 2 – Показатели межвидовой конкуренции в мелколиственных насаждениях, производных от широколиственных лесов

А, лет	Тип леса ТЛУ	Р	Состав	Элемент леса	Показатели		
					$K_{н/г}$	$K_{к.о}$	$K_{сун}$
5	<u>Ос. кис</u> Д <sub>2</sub>	1,0	9Ос1Я+Кл+Д	Ос	31,05	1,00	0,78
				Я	49,00	0,63	
				Кл	44,00	0,71	
				Д	39,41	0,79	
18	<u>Б. орл</u> С <sub>2</sub>	0,8	4Б3Ос2Д2Г	Б	11,21	1,00	0,72
				Ос	19,83	0,56	
				Д	14,49	0,77	
				Г	20,00	0,56	
22	<u>Б. кис</u> Д <sub>2</sub>	0,8	4Б3Ос2Д1С+Г	Б	11,74	1,00	0,71
				Ос	16,77	0,70	
				Д	23,68	0,50	
				С	18,10	0,65	
А, лет	Тип леса ТЛУ	Р	Состав	Элемент леса	Показатели	А, лет	Тип леса ТЛУ
28	<u>Ос. сн</u> Д <sub>3</sub>	1,0	5Ос2Б1Д1Лп1Ил +Кл, ед.Олч	Ос	11,44	1,00	0,85
				Б	16,53	0,69	
				Д	12,58	0,91	
				Лп	13,30	0,86	
				Ил	14,93	0,77	
36	<u>Б. кис</u> Д <sub>2</sub>	0,9	3Б3Ос2Д2Е+Кл+Г	Б	8,49	0,82	0,84
				Ос	6,98	1,00	
				Д	9,48	0,74	
				Е	8,47	0,82	

Количественное выражение межвидовой конкуренции в производных мелколиственных насаждениях с помощью показателя напряженности роста, который определяется отношением высоты среднего дерева каждого элемента леса к площади поперечного сечения ствола на высоте груди ( $K_{h/g}$ ), характеризует степень угнетения отдельно взятой древесной породы в определенном возрасте и условиях.

При совместном произрастании на одной площади, теоретически каждый вид в силу биологических особенностей стремиться занять такое положение в лесном пологе, при котором обеспечивалось бы, прежде всего, оптимальное освещение, наличие тепла и влаги (биологические факторы), что способствует увеличению интенсивности всех физиологических процессов. В результате этого происходит не только увеличение объема надземной, но и подземной фитомассы, а, следовательно, и конкурентоспособность в области ризосферы (биотрофные факторы).

Возраст молодняков, начиная с момента смыкания крон, для всех древесных видов является периодом наиболее жесткой конкуренции и не все древесные виды сохраняют ценотическое влияние, а отдельные из них постепенно вытесняются более адаптированными и жизнеспособными. По мере роста насаждения, в результате интенсивного отпада, конкурентные отношения сглаживаются, о чем свидетельствует снижение с возрастом показателя  $K_{h/g}$  (таблица 2).

В представленных в таблице 2 насаждениях меньшей степенью напряжения роста в высоту ( $K_{h/g}$ ) и большими конкурентными способностями ( $K_{к.о}$ ) характеризуются преобладающие древесные виды. Но поскольку в производных насаждениях преобладающая древесная порода не является хозяйственно-ценной, по указанным выше показателям можно выявить наиболее устойчивую и жизнеспособную в условиях межвидовой конкуренции целевую древесную породу, которая в данных лесорастительных и экономических условиях наилучшим образом отвечает целям лесовыращивания. Так, уровень конкурентных способностей древесной породы (показатель  $K_{к.о}$ ) в пятилетнем осиннике кисличном ( $D_2$ ) показывает, что дуб обладает большими конкурентными способностями (0,79), чем клен (0,71) и ясень (0,63).

Самой высокой конкурентной способностью (0,91) в представленных в таблице 2 производных мелколиственных насаждениях дуб обладает в 28-летнем осиннике снытевом, лесорастительные условия  $D_3$ .

По коэффициенту  $K_{СУН}$  можно оценивать степень межвидовой конкуренции в насаждении, возможность вытеснения одной породы другими, и сравнивать насаждения между собой по степени их устойчивости.

Таким образом, производные мелколиственные насаждения характеризуются преобладанием в составах быстрорастущих древесных видов с коротким жизненным циклом, отличающихся высокой конкурентоспособностью при наименьшей степени напряжения роста.

В целом, производные насаждения можно оценить как сравнительно устойчивые. Учитывая наличие широколиственных видов в составах насаждений при помощи лесохозяйственных мероприятий возможно изменение в желаемом для хозяйства направлении вектора их развития или направленности лесообразовательного процесса.

**Заключение.** Распространение производных мелколиственных насаждений с наличием в составах широколиственных видов по территории лесного фонда Беларуси имеют зональную обусловленность. Большее распространение получили березовые насаждения, которые встречаются во всех лесорастительных районах республики, с увеличением их встречаемости к югу республики.

Выявлено участие дуба в составах второго яруса производных мелколиственных насаждений с увеличением их площадей с севера к юго-западу. При этом на севере дуб формирует второй ярус в основном в березовых насаждениях, а на юго-западе отмечен в составах второго яруса березовых, осиновых и черноольховых фитоценозов.

В производных насаждениях 5–20 лет дуб отстает по высоте не только от мелколиственных видов, но и от сопутствующих. Разница в высотах между дубом и березой, осинкой составляет в отдельные периоды 3 и более раза.

Наибольшим показателем напряжения роста характеризуются пятилетние насаждения и с возрастом (36 лет) показатель напряжения роста снижается более чем в 4 раза.

В производных мелколиственных насаждениях меньшей степенью напряжения роста в высоту и большей конкурентоспособностью характеризуются преобладающие древесные виды (береза, осина).

При одинаковой степени участия дуба в составах насаждений снытевых, кисличных и орляковых сериях типов леса большие значения показателя его конкурентоспособности отмечены в лесорастительных условиях – Д<sub>3</sub>.

### Литература

1. Колесниченко, М.В. Биохимические взаимовлияния древесных растений / М.В. Колесниченко. – М. : Лесн. пром-ть, 1968. – 150 с.
2. Никитин, К.Е. О математическом моделировании в лесном хозяйстве / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко // Повышение эффективности лесного хозяйства Украины: Тезисы докл. научно-произв. конф. – Киев : Урожай, 1973. – С. 8–11.
3. Munro, D. Forest growth models – a prognosis / D. Munro // Growth models for tree and stand simulation. – Stockholm, 1973. – P. 7–19.
4. Решетников, В.Ф. Межвидовые взаимоотношения дуба и ели в насаждениях искусственного и естественного происхождения / В.Ф. Решетников, Е.Н. Лопес, К.М. Старожишина // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2009. – Вып. 69. – С. 88–101.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 30.04.2013

УДК 581.5:581.52:581.526.3:574.5(282)(476.2-2 Гом)

## Загрязнение высших водных растений водоемов и водотоков Гомеля и прилегающих территорий

Т.В. МАКАРЕНКО

При проведении мониторинговых исследований для характеристики загрязнения водоема конкретным элементом следует использовать представителей разных экологических групп. Для анализа загрязнения водных масс можно использовать растения 1-й и 3-й групп, для донных отложений – 3-й и 4-й групп. Гидрофиты 3-й группы одинаково активно поглощают элементы из воды и донных отложений, что делает их хорошими объектами при исследованиях экологического состояния водоемов и водотоков.

Повышенное содержание металлов в растениях р. Сож на участке в центре города и ниже города по течению является следствием поступления в реку стоков г. Гомеля, содержащих элементы в доступных для растений формах. Это подтверждает факт влияния Гомельской городской агломерации на речную систему Сожа.

По концентрации отдельных металлов в компонентах водных экосистем нельзя составить общей картины загрязненности водоемов и водотоков. Для этого необходимо использовать показатель суммарного загрязнения, учитывающий вклад каждого тяжелого металла в общее загрязнение компонентов водоемов и водотоков.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, высшие водные растения, водные экосистемы, показатель суммарного загрязнения, фоновые концентрации.

The plants of the 1-st and 3-rd groups can be used for the analysis of water masses contamination as well as the plants of the 3-rd and 4-th groups – for sediment contamination. The 3-rd group hydrophytes absorb the elements from water and sediments similarly actively which makes them be good objects for studies of ecological status of water bodies and watercourses. Increased levels of metals in the plants of the river Sozh in the city centre site and downstream the city is the result of Gomel urban drainage entering the river Sozh. The urban drainage contains the elements in the forms available for the plants. The overall scheme of contamination of water bodies and watercourses can not be made on the assumption of certain metals concentration in the components of aquatic ecosystems.

**Keywords:** higher hydrophytes, reservoirs, total contamination index, background concentration.

**Введение.** В комплексе проблем экологического мониторинга одно из приоритетных мест занимает исследование окружающей среды городов и близлежащих к ним территорий, так как интенсивное функционирование промышленно-индустриальных центров приводит к деградации, а зачастую и к полному уничтожению природных экосистем и слагающих их компонентов. Ареной развития техно-геохимических аномалий чаще всего являются водные артерии, дренирующие города [1], и водоемы городской зоны.

Тяжелые металлы занимают особое место среди техногенных веществ, поступающих в пресноводные водоемы. Обладая значительной биологической активностью, многие из них в повышенных концентрациях вызывают острые токсические эффекты. В отличие от органических токсикантов тяжелые металлы не подвергаются распаду и, попав в биогеохимический цикл, остаются в нем, включаясь в круговорот веществ.

Использование для определения степени загрязнения водоемов тяжелыми металлами высшей водной растительности имеет ряд преимуществ по сравнению с другими подходами. Видовой состав и распространение водной растительности зависят от особенностей морфологического строения водоема, его генезиса, физических и химических свойств среды обитания. Ввиду значительной консервативности водной среды многие виды высших водных растений имеют широкое распространение. Они могут расти в самых разнообразных и экстремальных условиях. В связи с этим, высшие растительные организмы удовлетворяют многим требованиям к биоиндикаторам, среди которых повсеместная встречаемость, высокая численность, удобство сбора и обработки, относительно крупные размеры. Занимая прибрежную часть водоема, водные растения служат своеобразным барьером, предотвращающим проникновение в водоемы и водотоки недостаточно очищенных

сточных вод. В зоне произрастания макрофитов происходят важные процессы задержания и переработки многих биогенных элементов и загрязняющих веществ. Однако информация о накоплении тяжелых металлов в органах и тканях растений разноречива. Это обусловлено тем, что содержание одного и того же элемента в растительных тканях может одновременно отражать как физиологическую потребность растения в минеральном питании, так и влияние окружающей среды.

Целью работы явилось изучение содержания отдельных тяжелых металлов в высших водных растениях различных экологических групп водоемов и водотоков Гомеля и прилегающих территорий.

**Материалы и методы.** Отбор проб высших водных растений производился с мая по август 2000–2010 гг. в водоемах и водотоках г. Гомеля и прилегающих территорий, различающихся по степени антропогенной нагрузки. В процессе выполнения работы собраны макрофиты, широко распространенные в водоемах Беларуси, которые относятся к 4 экологическим группам: 1-я – свободноплавающие неприкрепленные – ряска малая (*Lemna minor* L.) и водяной орех (*Trapa natans* L.); 2-я – плавающие прикрепленные растения – кубышка желтая (*Nuphar luteum* (L) Sm.) и горец земноводный (*Polygonum amphibium* L.); 3-я – подводные (погруженные) растения – элодея канадская (*Elodea canadensis* Rich.), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.), рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.); 4-я – надводные (земноводные или воздушно-водные) растения – стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), частуха подорожниковая (*Alisma peantago-aquatica* L.), манник наплывающий (*Gluceria fluitans*), болотница болотная (*Eleocharis palustris*), камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin) [2].

Анализировалась надземная часть макрофитов. Исключение составляли растения 1-й экологической группы со слабо развитой корневой системой, которые анализировались полностью. Макрофиты 2-й и 4-й групп срезались как можно ближе ко дну водоема. Для 3-й группы использовались «грабельки» [3]. Пробы растений после тщательного ополаскивания последовательно высушивали до воздушно-сухого состояния и озоляли до белой золы в муфельной печи при 450°C [4]. Содержание металлов в золе растений определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре IGSM в лаборатории физико-химического анализа Института геохимии и геофизики НАН Беларуси.

Для выделения фонового водоема использовались коэффициенты загрязнения, рассчитанные по следующей формуле:

$$K_3 = \frac{C_i}{C_{фон}}, \quad (1)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрязнения;

$C_i$  – концентрация металла в компонентах изучаемого водоема;

$C_{фон}$  – концентрация металла в компонентах фонового водоема [5].

Для характеристики полиэлементной аномальности использовался показатель суммарного загрязнения  $Z_{сум}$ , характеризующий эффект воздействия определенной ассоциации химических элементов. Показатель суммарного загрязнения  $Z_{сум}$  рассчитывался по следующей формуле:

$$Z_{сум} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{фон}} \right) - (n-1), \quad (2)$$

Где  $Z_{сум}$  – показатель суммарного загрязнения;

$C_i$  – концентрация металла в компонентах изучаемого водоема;

$C_{фон}$  – концентрация металла в компонентах фонового водоема;

$n$  – количество нормируемых металлов [6].

**Результаты и их обсуждение.** Как и в проведенных ранее исследованиях [7], концентрация всех изучаемых металлов значительно варьирует для разных видов макрофитов, принадлежащих к одной группе, отобранных в разных водоемах (таблица 1). Значительно варьирует содержание изучаемых металлов у представителей разных экологических групп в одном водоеме.

В изучаемых водоемах содержание цинка, хрома и никеля в 10 раз выше, чем фоновая концентрация, приводимая для водоемов республики в работе [8]. Содержание марганца, меди и свинца в 1,5 раза и более превышает фоновое значение. В отдельных водоемах концентрация марганца и меди в 5,0 раз выше фона.

Несмотря на индивидуальные различия в содержании металлов у макрофитов разных водоемов, в большинстве случаев растения фонового водоема менее загрязнены изучаемыми металлами (таблица 1). Средние значения коэффициентов загрязнения, рассчитанные в исследованиях относительно фонового водоема, были выше единицы, за исключением марганца. Ряд металлов по превышению фонового уровня имеет вид:  $Cr_{8,3} > Ni_{3,8} > Pb_{2,3} > Zn_{2,0} > Co_{1,9} > Cu_{1,3} > Mn_{0,6}$ . Это свидетельствует о правильном выборе фонового водоема и о возможности использования полученных данных по содержанию металлов в растениях данного водоема для сравнительной характеристики при мониторинговых исследованиях макрофитов водоемов Гомеля. Растения некоторых водоемов, расположенных выше черты города по течению (в том числе и растения фонового водоема), содержат марганец в количествах, превышающих концентрацию у представителей городских водоемов. Накопление марганца в гидрофитах изучаемых водоемов и в водоемах республики заметно выше уровня его естественного содержания в растениях, приводимого в литературных источниках, а в некоторых случаях концентрация марганца намного превышает уровень токсичности [119]. Вероятной причиной этого явления могут быть региональные геохимические особенности распределения марганца в почвах и донных отложениях изучаемых территорий и, соответственно, в растениях водоемов.

У растений 1-й группы высокий уровень содержания изучаемых металлов наблюдается в оз. Волотовское, минимальное количество – в фоновом водоеме. Исключение составляет марганец, максимум содержания которого приходится на фоновый водоем. Минимальное количество марганца и кобальта определено у макрофитов оз. Круглое.

Для представителей 2-й группы закономерности в поглощении металлов выражены в меньшей степени: до высоких уровней свинец, хром и никель аккумулируются в оз. Волотовское, цинк и кобальт – на участке реки в центре города, выделить менее загрязненный водоем довольно сложно. Следует отметить, что минимум в содержании загрязнителей у растений группы чаще отмечается в водоемах зоны отдыха (озера Любенское, Володькино, участок реки выше города). Однако в оз. Шапор, подверженному влиянию стоков, кобальт накапливается у растений 2-й группы в малых количествах.

Максимум концентрации свинца, меди, хрома и никеля у макрофитов 3-й группы отмечается в оз. Волотовское. Высокий уровень содержания кобальта, марганца и цинка приходится на водоемы зоны отдыха – Гребной канал (кобальт) и оз. Володькино (марганец и цинк). Низкое количество изучаемых металлов у погруженных растений определено как в водоемах зоны отдыха, так и в водоемах, принимающих стоки.

Явных закономерностей в накоплении металлов у растений 4-й группы не наблюдается. Высокий уровень содержания никеля и кобальта характерен для макрофитов реки за чертой города у д. Ченки, меди и хрома – в оз. Волотовское. Стоит указать, что минимальное количество марганца и никеля приходится на растения оз. У-образное, где вода и дно загрязнены металлами, а минимум хрома и кобальта – на макрофиты оз. Любенское – водоема зоны отдыха.

Для растений р. Сож выявлены существенные различия в содержании тяжелых металлов на различных участках (рисунки 1–4). У макрофитов речной системы только для меди отмечается увеличение количества при движении вниз по течению реки. Максимальная концентрация свинца, хрома, кобальта и никеля определена у растений черты города. Исключение по никелю и кобальту составляют представители 3-й и 4-й групп, у которых максимум



Окончание таблицы 1

Водоем	Содержание, мг/кг сухого вещества							Коэффициент загрязнения (отношение к фону)							Среднее отношение
	Cu	Zn	Mn	Co	Cr	Ni	Pb	Cu	Zn	Mn	Co	Cr	Ni	Pb	
Воздушно-водные растения (IV группа)															
оз. Малое	8,81	17,63	243,00	0,83	4,03	2,15	5,83	2,52	0,56	0,27	1,63	4,03	1,59	3,19	1,97
оз. Круглое	5,78	89,42	354,00	0,36	1,54	1,26	1,47	1,66	2,84	0,39	0,71	1,54	0,93	0,80	1,27
оз. У-образное	2,61	79,63	214,00	0,21	2,58	0,82	1,23	0,75	2,53	0,24	0,41	2,58	0,61	0,67	0,75
оз. Вологовское	15,36	35,08	983,00	0,86	13,15	8,86	5,21	4,40	1,11	1,08	1,69	13,15	6,56	2,85	4,41
оз. Шалор	11,42	38,41	390,00	0,65	2,02	1,34	2,74	3,27	1,22	0,43	1,28	2,02	0,99	1,50	2,05
оз. Дедно	7,26	36,45	319,00	0,22	1,27	1,38	1,18	2,08	1,16	0,35	0,43	1,27	1,02	0,64	0,99
Гребной канал	0,91	< п.о.	672,00	1,65	4,55	3,16	1,95	0,26	–	0,74	3,24	4,55	2,34	1,07	1,22
оз. Любенское	4,86	16,20	294,00	0,16	0,57	2,65	2,37	1,39	0,51	0,32	0,31	0,57	1,96	1,30	0,91
Фоновый водоем	3,49	31,51	910,00	0,51	1,00	1,35	1,83	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание – &lt; п.о. – ниже предела чувствительности метода

содержания элементов приходится на участок ниже города. Как и в случае с моллюсками, у растений реки до черты города количество марганца превышает величины, определенные для городских водоемов и участка реки за чертой города, что, скорее всего, является следствием геохимических особенностей донных отложений реки и водосборной территории.

Максимальные различия в содержании металлов на разных участках реки (3–18 раз) отмечаются для представителей 2-й группы, хотя они и не являются активными аккумуляторами металлов. Значительное количество элементов в тканях плавающих прикрепленных гидрофитов на участке в черте города может быть обусловлено воздействием не только поверхностного стока города, но и действием воздушных масс города, когда идет поступление токсикантов через листовую пластину и другие наземные органы по безбарьерному типу [9]. И как подтверждение предположения о загрязнении воздушных масс города и их влиянии на растения, максимальные и высокие уровни содержания элементов у гидрофитов 1-й группы определены в районе центра города.

Минимальные изменения в концентрации рассматриваемых элементов (за исключением никеля и меди) характерны для воздушно-водных растений реки.

Поведение цинка у макрофитов речной системы требует дальнейшего изучения. У гидрофитов 2-й группы цинк определен только на участке парковой зоны, в растениях из других зон количество элемента ниже предела обнаружения. У растений 4-й группы концентрация цинка на участках в центре города и за чертой города практически одинакова, а у погруженных гидрофитов III группы количество металла уменьшается вниз по течению реки.

Содержание кобальта у представителей 2-й группы на городском участке максимально выше в 18 раз в сравнении с участком до городской черты, и далее вниз по течению реки количество металла снижается. Для макрофитов III группы концентрация кобальта практически одинакова на всех трех участках, а у воздушно-водных растений содержание элемента увеличивается при движении вниз по течению. Максимум различий в количестве меди на участках выше и ниже города (1,5–5,0 раз) отмечается для гидрофитов 2-й группы, минимум – для 4-й группы (1,2–1,7 раза).

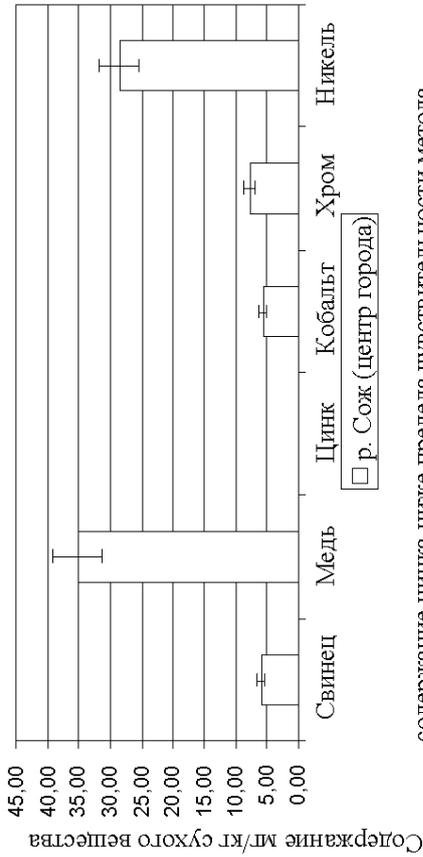
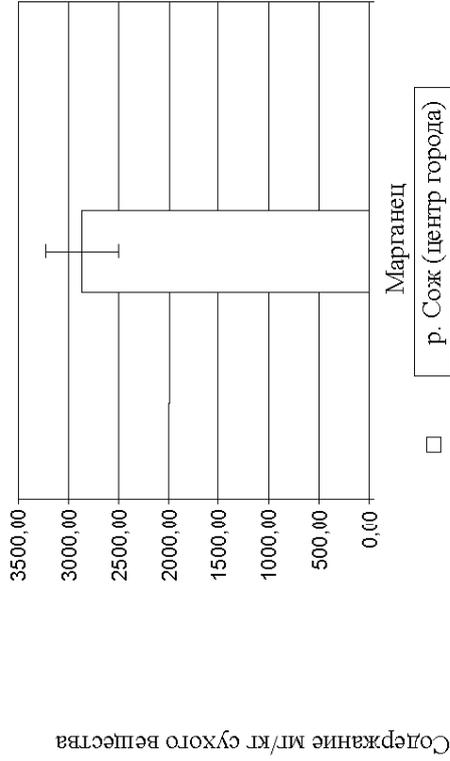
Концентрация свинца у воздушно-водных растений на разных участках р. Сож меняется незначительно. Зато у плавающих прикрепленных и погруженных макрофитов максимальное количество элемента отмечается в центре города. Это может быть следствием использования участка реки для движения водного транспорта и результатом поступления стоков ливневых канализаций города и порта. Ниже черты города концентрация свинца у растений меньше в 3 раза в сравнении с центром города и участком выше города.

Приведенные выше факты указывают на влияние стоков городской агломерации Гомеля на речную систему Сожа.

В целом, достаточно сложно выявить однозначные тенденции накопления различных тяжелых металлов в растениях изучаемых водоемов. Необходимо проводить ранжирование водоемов на основе кумулятивных значений с использованием специальных показателей. В настоящих исследованиях использовался показатель суммарного загрязнения.

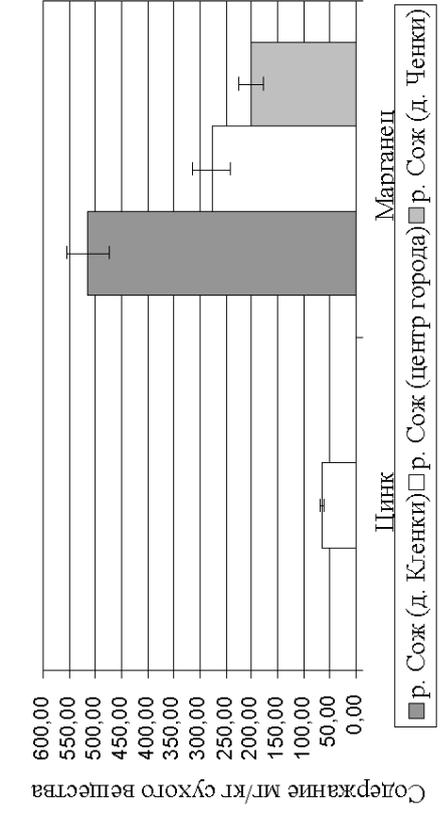
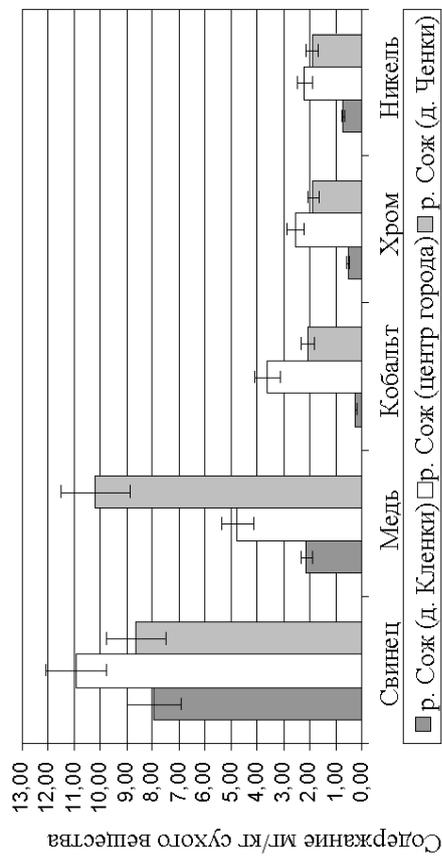
Суммарная оценка загрязненности тяжелыми металлами водной растительности (рисунки 5) показывает, что неблагоприятная ситуация сложилась в оз. Волоотовское. Это свидетельствует как о высоком уровне антропогенной нагрузки на данный водоем, так и о высокой биологической доступности тяжелых металлов в абиотических компонентах водоема. Содержание элементов в растительности следующего по уровню загрязненности водоема – р. Сож – в 3 раза ниже показателя для оз. Волоотовское. Такие же закономерности отмечаются и для абсолютного содержания токсикантов в донных отложениях и тканях моллюсков. Относительно высокое загрязнение растений р. Сож на участке центра города и ниже черты города указывает на влияние Гомельского городского комплекса на речную систему Сожа.

Высокое содержание никеля в воде оз. Володькино вызвало его накопление в растительных тканях и увеличило проницаемость клеточных стенок, что повлекло за собой поступление других элементов в растения, и в результате макрофиты водоема имеют средний уровень загрязнения. По моллюскам и донным отложениям оз. Володькино – один из самых чистых водоемов [7].



содержание цинка ниже предела чувствительности метода

Рисунок 1 – Содержание тяжелых металлов в свободноплавающих неприкрепленных растениях (I группа) р. Сож в районе центра города



содержание цинка у д. Ченки и д. Кленки ниже предела чувствительности метода

Рисунок 2 – Содержание тяжелых металлов в плавающих прикрепленных растениях (II группа) на разных участках р. Сож

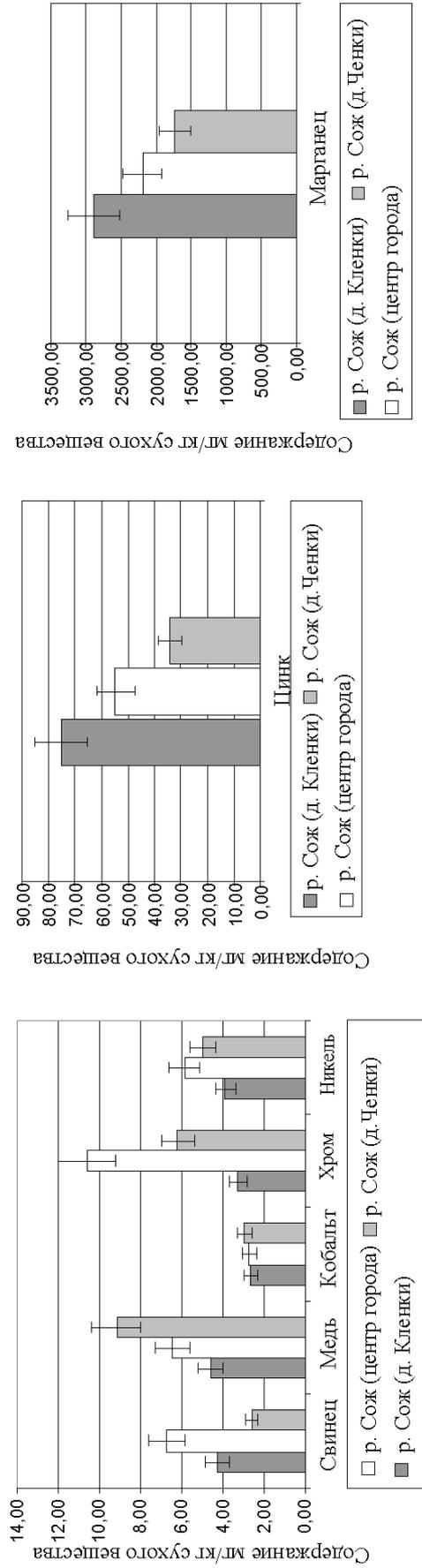
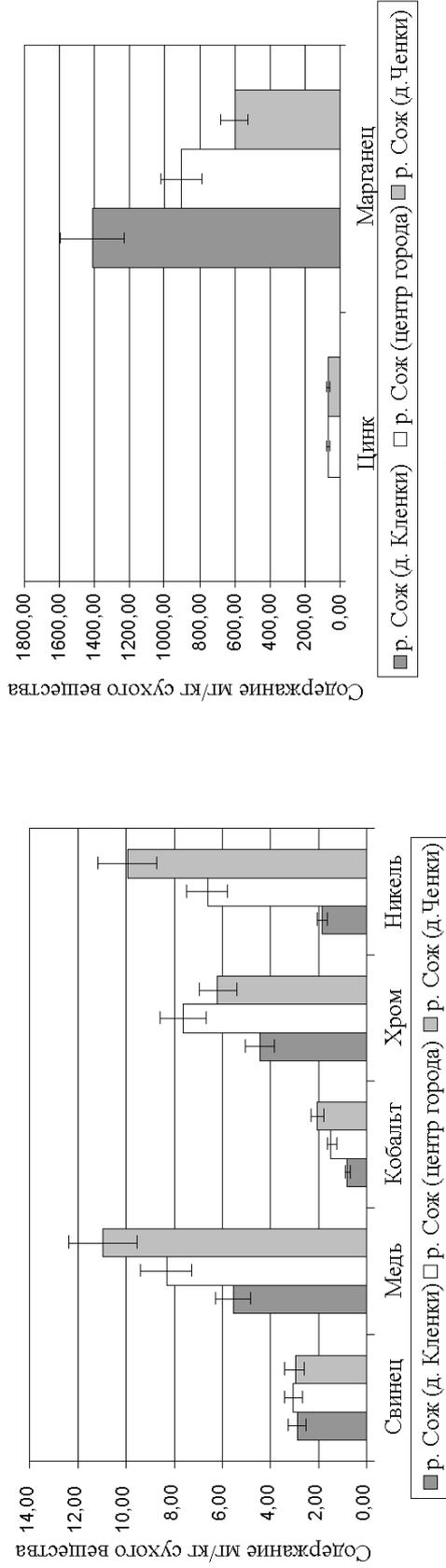


Рисунок 3 – Содержание тяжелых металлов в погруженных растениях (III группа) на разных участках р. Сож



содержание цинка у д. Кленки ниже предела чувствительности метода

Рисунок 4 – Содержание тяжелых металлов в воздушно-водных растениях (IV группа) на разных участках р. Сож

Таким образом, на уровень содержания тяжелых металлов в водных растениях действует комплекс различных факторов (как средовые, так и физиологические особенности самих растений), которые следует принимать во внимание при оценке состояния водных экосистем. С одной стороны, содержание тяжелых металлов в водных растениях зависит от общего уровня загрязненности водоемов, с другой стороны – частично характеризует биологическую доступность металлов в абиотических компонентах и их физиологическую необходимость для растений.

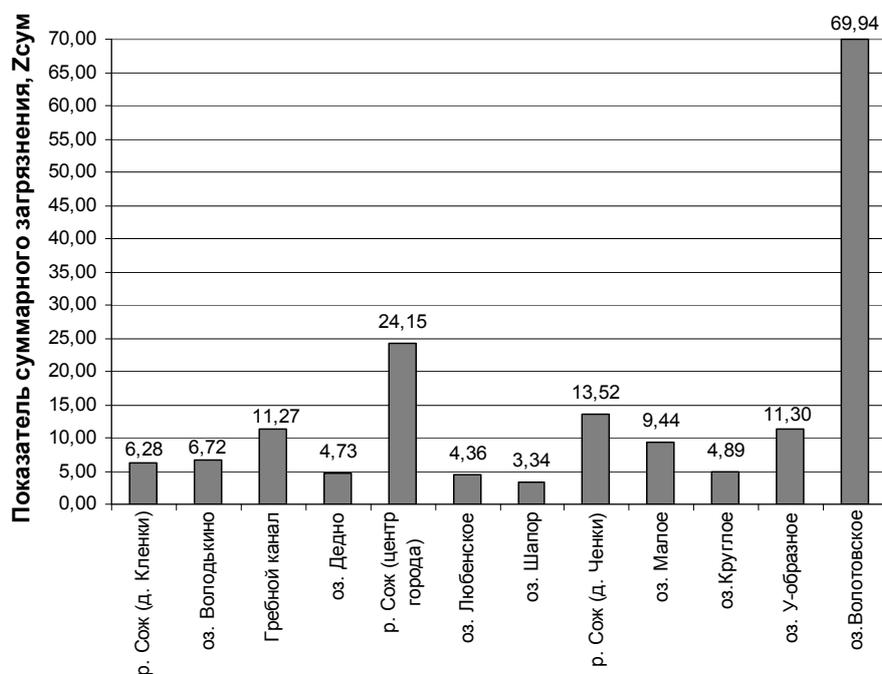


Рисунок 5 – Показатели суммарного загрязнения ( $Z_{\text{сум}}$ ) растений изучаемых водоемов

**Заключение.** При проведении мониторинговых исследований для характеристики загрязнения водоема конкретным элементом следует использовать представителей разных экологических групп. Для анализа загрязнения водных масс можно использовать растения 1-й и 3-й групп, для донных отложений – 3-й и 4-й групп. Гидрофиты 3-й группы одинаково активно поглощают элементы из воды и донных отложений, что делает их хорошими объектами при исследованиях экологического состояния водоемов и водотоков

Учитывая высокую способность изученных водных растений извлекать тяжелые металлы из воды, необходимо использовать их в комплексе с другими мероприятиями для очистки водоемов от соединений металлов. Этот метод прост в практическом осуществлении, не требует больших экономических затрат, применим в любых экологически неблагоприятных зонах. Потенциальные возможности выноса того или иного химического элемента из водоема при уборке фитомассы будут зависеть не только от величины биомассы растений, но и от способности последних поглощать и накапливать этот элемент. Активность растений 1-й и 3-й групп при аккумуляции из водных масс соединений тяжелых металлов позволяет использовать их для очистки воды водоемов и водотоков.

Повышенное содержание металлов в растениях р. Сож на участке в центре города и ниже города по течению является следствием поступления в реку стоков г. Гомеля, содержащих элементы в доступных для растений формах. Это подтверждает факт влияния Гомельской городской агломерации на речную систему Сожа.

По концентрации отдельных металлов в компонентах водных экосистем нельзя составить общей картины загрязненности водоемов и водотоков. Для этого необходимо использовать показатель суммарного загрязнения, учитывающий вклад каждого тяжелого металла в общее загрязнение компонентов водоемов и водотоков.

### Литература

1. Хомич, В.С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик. – Минск : РУП «Минсктиппроект», 2004. – 260 с.
2. Савченко, В.В. Микроэлементы в водных растениях Беларуси (на примере рек Березина и Свислочь) / В.В. Савченко, И.К. Вадковская // Природопользование. – 1996. – Вып. 1 – С. 124–127.
3. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР : Методы изучения / В.М. Катанская. – Ленинград : Наука, 1981. – 187с.
4. Никаноров, А.М. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов, А.Д. Покаржевский. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1985. – 143 с.
5. Байчоров, В.М. Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси / В.М. Байчоров, Г.М. Тищиков, Н.Н. Рощина. – Минск : Белорусская наука, 2006. – 118 с.
6. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт [и др.]; под ред. Ю.Е. Саэт. – М. : Недра, 1990. – 336 с.
7. Макаренко, Т.В. Изучение содержания тяжелых металлов в водных экосистемах г. Гомеля и его окрестностей / Т.В. Макаренко // Известия Гом. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2002. – № 4 (13). – С. 26–34.
8. Власов, Б.П. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: методические рекомендации / Б.П. Власов, Г.С. Гигевич. – Минск : Изд-во БГУ, 2002. – 84 с.
9. Тютюнник, Ю.Г. Количественная фитогеохимическая индикация загрязнения воздуха городов тяжелыми металлами / Ю.Г. Тютюнник // Экология. – 1994. – №1. – С. 84–85.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 502.75: 581.2:58.006

## Древесно-кустарниковая растительность памятника природы «Гомельский дворцово-парковый ансамбль»

А.Е. ПАДУТОВ, Н.В. МАЛЬЦЕВ, А.П. КОЖЕМЯКИНА, В.В. БУТЬКОВЕЦ

Проведено картирование дендрофлоры Гомельского дворцово-паркового ансамбля, определен видовой состав и санитарное состояние древесно-кустарниковой растительности. В парке произрастает более 5 тыс. деревьев и 3,5 тыс. кустарников. Видовой состав древесно-кустарниковой растительности включает 153 вида. Среди общего видового состава интродуценты составляют 24,5%. Древесная растительность имеет разновозрастный состав: от молодых посадок до деревьев старше 150 лет. Анализ санитарного состояния показывает, что насаждения парка необходимо оценивать как здоровые с признаками ослабления.

**Ключевые слова:** городские насаждения, санитарное состояние, дендрофлора парков, охрана растений, интродуценты, Гомельский дворцово-парковый ансамбль

Mapping of dendroflora Gomel Palace and Park Ensemble, defined the species composition and the sanitary condition of the trees and bushes. In the park there are more than 5,000 trees and 3,500 shrubs. The species composition of trees and shrubs includes 153 species. Among the total species composition of introduced plants is 24.5%. Dendroflora has a composition different ages, from young to planting trees older than 150 years. An analysis of health status shows that the park plantings should be assessed as healthy with signs of weakening.

**Key words:** urban plantings, sanitary condition, dendroflora parks, protection of plants, exotic species, Gomel Palace and Park Ensemble.

**Введение.** В условиях интенсивного загрязнения городской среды растительность является самовозобновляющейся составляющей природного комплекса, нейтрализующей техногенное загрязнение, создающей благоприятные микроклиматические условия. Экологический потенциал городских ландшафтов во многом детерминирован структурой растительности, ее видовым составом, полнотой, возрастом древостоев, состоянием и устойчивостью их к факторам городской среды.

Древесные растения, произрастающие в условиях городской среды, претерпевают значительные изменения в эволюционно сложившихся биологических свойствах и по-разному реагируют на изменение условий произрастания. Обычно они менее долговечны, и большая их часть отмирает задолго до наступления естественной старости. Факторы городской среды воздействуют на сроки прохождения растениями фенофаз и продолжительность вегетационного периода. Неблагоприятные факторы городской среды являются причиной изменения формы, объема, густоты кроны, искривления ствола, ранней суховершинности и частичной суховершинности деревьев [1]. В связи с этим, большое значение имеют периодические фитопатологические обследования зеленых насаждений, которые преследует две основные цели: разработку системы профилактики и защиты их от болезней и выявление опасных объектов («деревьев угроз») для своевременного их удаления [2].

Наиболее интересным и крупным парком в Гомеле является парк «Гомельского дворцово-паркового ансамбля», который был заложен в 1777 г. по указанию генерал-фельдмаршала П.А. Румянцева, а основные работы по его созданию были проведены при князе И.Ф. Паскевиче с 1837 по 1850 годы. Данный парк находится в центре города и по площади составляет 32,1 га. Это наиболее сохранившийся в республике пейзажный парк с элементами романтизма [3]. С 1965 года он имеет статус Ботанического памятника природы республиканского значения.

Несмотря на длительную историю парка, его видовой состав и санитарное состояние практически не изучались. Имеются лишь фрагментарные сведения о наличии на его территории ряда редких древесных интродуцентов и старовозрастных деревьев [3]. Также сильно устарели и не соответствуют реальности имеющиеся в парке картографические материалы.

В связи с этим, целью данной работы было картирование древесно-кустарниковой растительности парка и проведение работ по выявлению его полного видового состава и санитарного состояния, как отдельных деревьев, так и всего насаждения.

**Объект и методы исследования.** Гомельский дворцово-парковый ансамбль расположен на территории в 32,1 га, и разделен на ботанический памятник природы (17,7 га) и охранную зону (14,4 га) (рисунок 1). Исследования проводились в 2010–2012 годах, как на территории памятника природы, так и в его охранной зоне.

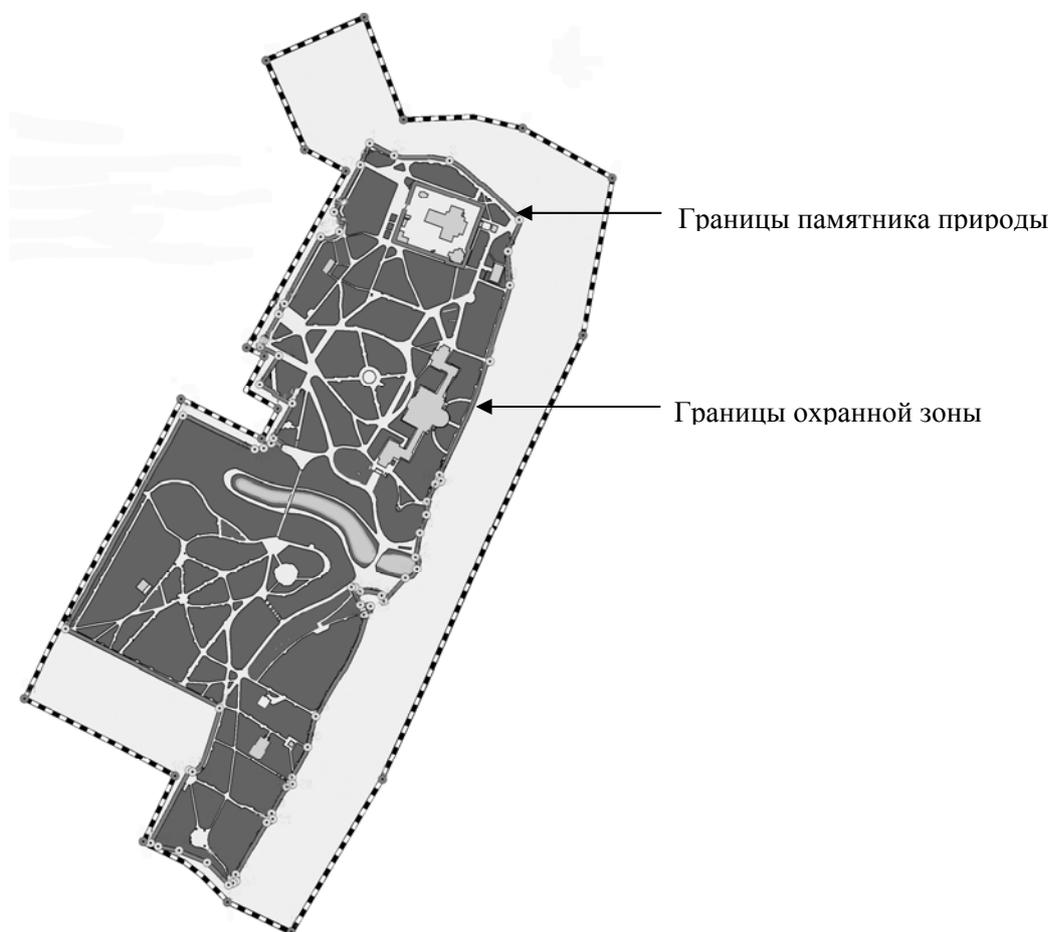


Рисунок 1 – Схема территории Гомельского дворцово-паркового ансамбля

Методика исследования, в соответствии с целью работы, была основана в первую очередь на картировании всех имеющихся на территории парка представителей древесно-кустарниковой растительности.

Учет деревьев проводился по нескольким критериям. Выявлялась видовая принадлежность [4]–[9]. С помощью мерной вилки определялся диаметр дерева, а высотомером его высота. Для определения возраста использовался приростной буров. Категория санитарного состояния определялась по Европейской системе определения санитарного состояния лесов согласно Программе международного сотрудничества по оценке и мониторингу влияния воздушных загрязнений на леса (ICP Forest) [10]. Данная методика была выбрана в связи с тем, что она наиболее адаптирована к влиянию поллютантов на древесные растения. Согласно данной методике растения по соотношению хлорофилла и дефолиации, а также наличию дополнительных признаков повреждения, относят к следующим группам: 0 – здоровые, 1 – ослабленные, 2 – сильно ослабленные, 3 – усыхающие, 4 – сухостой. Категории санитарного состояния насаждений определялись как средневзвешенные величины категорий санитарного состояния деревьев в него входящих: индекс санитарного состояния здоровых насаждений 0–0,5; ослабленных 0,6–1,5; сильно ослабленных 1,6–2,5; отмирающих 2,6–3,5; сухостой > 3,6.



Рисунок 2 – Схема нумерации участков парка Гомельского дворцово-паркового ансамбля

**Результаты и обсуждение.** Территория парка сетью дорожек разделена на отдельные участки, которым был присвоен свой порядковый номер (рисунок 2).

Дальнейшая работа проводилась отдельно на каждом участке. Составлялась подробная схема расположения древесно-кустарниковой растительности на участке и ведомость перечета растений на участке. Образцы схемы расположения древесной растительности на участке и ведомости перечета представлены на рисунке 3 и в таблице 1.

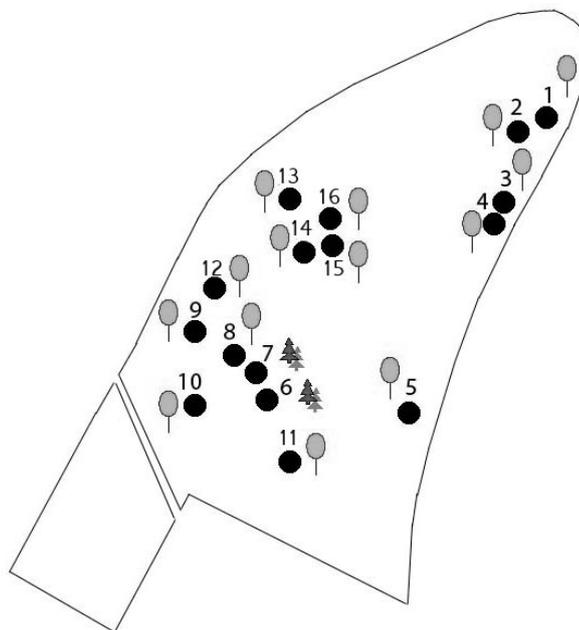


Рисунок 3 – Схема расположения деревьев на участке 12

Таблица 1 – Ведомость перечета деревьев на участке 12

Участок № 12				
№ участка / № дерева	Порода	Диаметр дерева, см	Высота дерева, м	Категория санитарного состояния
12/1	Берёза повислая	36	15	2
12/2	Каштан конский обыкновенный	46	14	0
12/3	Вяз гладкий	20; 26	18	3
12/4	Вяз гладкий	40	18	2
12/5	Вяз гладкий	28	19	1
12/6	Ель колючая	10	6	1
12/7	Сосна обыкновенная	12	7	1
12/8	Дуб красный	32	17	1
12/9	Дуб красный	28	17	1
12/10	Липа мелколистная	44	12	0
12/11	Орех грецкий	6	5	0
12/12	Дуб красный	44	18	0
12/13	Яблоня домашняя	28	11	0
12/14	Яблоня домашняя	20	6	1
12/15	Берёза повислая	16	15	2
12/16	Берёза повислая	28	18	1

Картографические материалы, полученные в ходе исследования, были использованы сектором мониторинга растительного мира ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси» в 2012 году при подготовке новых охранных документов ботанического памятника природы республиканского значения «Гомельский дворцово-парковый ансамбль». В свою очередь сотрудники этого института оказали помощь в определении ряда редких экзотов, за что авторы данной работы выражают им особую признательность.

В настоящее время на территории парка произрастает 5039 деревьев 82 видов (на территории памятника природы – 4 073, на территории охранной зоны – 966), а также более 3500 кустарников 71 вида. Кустарниковая растительность парка представлена 23 семействами, 46 родами, а древесная растительность – 19 семействами, 33 родами. Наиболее разнообразны в видовом отношении представители семейства Розоцветные (12 родов кустарников и 8 родов древесных растений). Интродуценты составляют 24,5% от общего количества деревьев. Большинство из них акклиматизировались и даже плодоносят.

Доминирующими видами по количеству деревьев в парке являются клен остролистный (30,6% от общего числа деревьев парка), липа мелколистная (12,4%) и каштан конский обыкновенный (9,7%). Основными представителями аборигенной флоры являются: клён остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth) и др.

Наиболее редкими представителями интродуцированной флоры являются: айва обыкновенная (*Cydonia oblonga* Mill.), бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr.), береза даурская (*Betula dahurica* Pall.), биота восточная (*Biota orientalis* Endl.), гинкго двулопастной (*Ginkgo biloba* L.), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), катальпа бигнониевидная (*Catalpa bignonioides* Walt.), каштан конский пятитычинковый (*Aesculus ctandra* Marsh.), каштан конский мясокрасный (*Aesculus × carnea* Hayne), керия японская (*Kerria japonica* (L.) DC.), лапина крылоплодная (*Pterocaria pterocarioides* (Michx.) Kunth.),

липы американская (*Tilia americana* L.), войлочная (*Tilia tomentosa* Moench.), маньчжурская (*Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim.), магнолия (*Magnolia* sp.), орех айлантолистный (*Juglans ailantifolia* Carrière), псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), сосны черная (*Pinus nigra* Arn.), горная (*Pinus mugo* Turra), тсуга канадская (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière), яблони Сиверса (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) и ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh.)

Полный видовой состав древесно-кустарниковой растительности Гомельского дворцово-паркового ансамбля представлен ниже:

*Abies koreana* Wilson, *Acer tegmentosum* (Maxim.) Maxim., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Acer saccharinum* L., *Acer negundo* L., *Actinidia kolomikta* (Maxim. & Rupr.) Maxim, *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus octandra* Marsh., *Aesculus × carnea* Hayne, *Amelanchier canadensis* (L.) Medik., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, *Berberis vulgaris* L., *Berberis thunbergii* DC., *Betula dahurica* Pall., *Betula pendula* Roth, *Biota orientalis* Endl., *Buddleja davidii* Franch., *Buxus sempervirens* L., *Caragana arborescens* Lam., *Carpinus betulus* L., *Catalpa bignonioides* Walt., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall., *Chamaecyparis pisifera* Siebold & Zucc., *Corylus colurna* L., *Corylus avellana* L., *Cotoneaster lucidus* Schlecht., *Crataegus crus-galli* L., *Crataegus submollis* Sarg., *Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus media* Beechst., *Cydonia oblonga* Mill., *Deutzia gracilis* Sieb. et Zucc., *Deutzia scabra* Thunb., *Euonymus europaeus* L., *Euonymus fortunei* Blondy, *Forsythia europaea* Degen & Bald., *Forsythia intermedia* Zabel, *Fraxinus americana* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Ginkgo biloba* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Hippophaë rhamnoides* L., *Hydrangea arborescens* L., *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser., *Hydrangea paniculata* Sieb., *Juglans ailantifolia* Carrière, *Juglans mandshurica* Maxim., *Juglans regia* L., *Juniperus horizontalis* Moench., *Juniperus sabina* L., *Juniperus squamata* Lamb., *Kerria japonica* (L.) DC., *Larix decidua* Mill., *Larix polonica* Racib., *Ligustrum*

*vulgare* L., *Lonicera maackii* (Rupr.) Maxim., *Lonicera tatarica* L., *Lonicera xylosteum* L., *Lycium barbarum* L., *Magnolia* sp., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Mahonia repens* (Lindl.) G. Don, *Malus baccata* (L.) Borkh., *Malus domestica* Borkh., *Malus mandshurica* (Maxim.) Kom., *Malus prunifolia* (Willd.) Borkh., *Malus pumila* Mill., *Malus ×purpurea* (Barbier & Cie) Rehder, *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *Padus avium* Mill., *Padus serotina* (Ehrh.) Agardh, *Padus virginiana* (L.) Mill., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, *Phellodendron amurense* Rupr., *Philadelphus coronarius* L., *Philadelphus grandiflorus* Willd., *Philadelphus pubescens* Loisel., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Picea abies* (L.) Karst., *Picea pungens* Engelm., *Pinus mugo* Turra, *Pinus nigra* Arn., *Pinus sibirica* Turcz., *Pinus strobus* L., *Pinus sylvestris* L., *Populus nigra* L., *Populus simonii* Carriere, *Populus tremula* L., *Populus ×canadensis* Moench, *Populus ×canescens* (Aiton) Sm., *Prunus armeniaca* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus triloba* Lindl., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Pterocaria pterocarioides* (Michx.) Kunth., *Pyrus communis* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Rhamnus cathartica* L., *Rhus typhina* L., *Ribes aureum* Pursh, *Robinia pseudoacacia* L., *Rosa canina* L., *Rosa centifolia* L., *Rosa glabrifolia* C.A. Mey. ex Rupr., *Rosa multiflora* Thunb., *Salix acutifolia* Willd., *Salix caprea* L., *Salix dasyclados* Wimm., *Salix fragilis* L., *Salix rosmarinifolia* L., *Sambucus nigra* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A.Br., *Sorbus aria* (L.) Crantz, *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Spiraea alba* Du Roi, *Spiraea chamaedrifolia* L., *Spiraea crenata* L., *Spiraea japonica* L., *Spiraea salicifolia* L., *Spiraea ×billardii* Dippel, *Spiraea ×vanhouttei* (Briot) Zabel, *Spiraea ×pseudosalicifolia* Silverside, *Swida alba* (L.) Opiz, *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Swida stolonifera* (Michx.) Rydb., *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake, *Syringa pubescens* Turcz., *Syringa reflexa* Schn., *Syringa villosa* Vahl., *Syringa vulgaris* L., *Taxus baccata* L., *Thuja occidentalis* L., *Thuja plicata* Donn ex D. Don, *Tilia americana* L., *Tilia cordata* Mill., *Tilia europaea* L., *Tilia ×europaea* "Euchlora", *Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim., *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia tomentosa* Moench., *Tsuga canadensis* (L.) Carrière, *Ulmus glabra* Huds. non Mill., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus minor* Mill., *Viburnum lantana* L., *Viburnum opulus* L., *Weigela hybrida* Jaeg., *Weigela praecox* (Lemoine) Bailey.

Древесная растительность парка имеет разновозрастный состав. В парке, наравне с молодыми посадками (407 деревьев имеют возраст менее 15 лет), произрастает 22 дерева, возраст которых превышает 150 лет. Из них 8 представлены дубом черешчатым (два из которых возрастом более 200 лет), 8 – лиственницей польской, 5 – ясенем обыкновенным и 1 – лиственницей европейской. Еще 84 дерева имеют возраст старше 100 лет.

Небольшая, в большинстве случаев, продолжительность онтогенеза у деревьев парка связана с сильным техногенным воздействием (вредные газы, механические повреждения, уплотнение почвы). Здесь имеется много поврежденных и усыхающих деревьев. На место отпавших всё время высаживаются новые крупномерные саженцы. Молодые посадки представлены в основном интродуцентами (пихта корейская, липа войлочная, ясень американский) или декоративными формами аборигенных видов древесных растений (клен платановидный ф. пестролистная).

По санитарному состоянию в парке преобладают жизнеспособные деревья (89% от общего количества). Более половины (52%) деревьев характеризуются как «здоровые». К числу сильно ослабленных относятся 9% деревьев. Сухостойные и усыхающие деревья в парке составляют 2%.

Среди массовых видов деревьев наиболее здоровыми являются ель колючая, клен остролистный, каштан конский обыкновенный, дуб красный, ясень обыкновенный. Повидомые индексы санитарного состояния представлены в таблице 2. Анализ санитарного состояния показывает, что редкие интродуценты, представленные в единичных экземплярах относятся в основном к категории здоровых деревьев.

По территориальному признаку наиболее ослабленные насаждения в основном сосредоточены в южной части парка, на участках, расположенных в районе аттракционов (таблица 3)

Таблица 2 – Индексы санитарного состояния древесных растений парка

Вид дерева	Индекс санитарного состояния дерева	Характеристика деревьев
Бузина черная; катальпа бигнониевидная; лиственница европейская; черемуха поздняя; яблоня маньчжурская; тополь Симона; липа маньчжурская; орех айлантолистный; можжевельник средний; самшит вечнозеленый; клен зеленокорый; сумах уксусный; конский каштан мясокрасный; липа крупнолистная; липа американская; яблоня Сиверса; лещина древоидная; биота восточная; яблоня ягодная; гинкго двулопастной; сосна горная; туя складчатая; яблоня гибридная; липа войлочная	0,0	здоровые
Боярышник мягковатый; можжевельник казацкий; орех грецкий; яблоня сливолистная	0,1	
Гледичия трехлопучковая; ель колючая; можжевельник чешуйчатый; клен ложноплатановый	0,2	
Бархат амурский; туя западная; тис ягодный	0,3	
Дуб красный; клен остролистный; клен сахарный; клен ясенелистный; сосна черная	0,4	
Вяз малый; каштан конский обыкновенный; липа европейская; лиственница польская; орех маньчжурский; ясень обыкновенный; ива остролистная; яблоня низкая; сосна сибирская; яблоня маньчжурская	0,5	
Граб обыкновенный; робиния лжеакация; ясень пенсильванский; тсуга канадская; яблоня домашняя	0,6	ослабленные
Вяз шершавый; дуб черешчатый; ясень американский; сосна веймутова	0,7	
Вяз гладкий; ель европейская; липа мелколистная; рябина обыкновенная; яблоня пурпурная	0,8	
Береза повислая; слива растопыренная; рябина промежуточная; боярышник петушья шпора; псевдотсуга Мензиса; тополь канадский; вишня птичья; черемуха обыкновенная; абрикос обыкновенный	1,0	
Боярышник средний; осина; тополь черный;	1,5	
Береза даурская; ирга колосистая; облепиха крушиновидная; пихта корейская;	2,0	сильно ослабленные
Вяз sp; груша домашняя;	4,0	сухостой

Таблица 3 – Индексы санитарного состояния древостоев на отдельных участках

Номера участков	Индекс санитарного состояния древостоя	Характеристика участка
5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 40, 43, 46, 48, 49, 51, 52, 57, 63, 64, 65, 75, 79, 81, 83, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 99, 100, 103.	0 – 0,5	здоровый
1, 2, 3, 4, 8, 12, 14, 15, 26, 39, 41, 42, 44, 47, 50, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 62, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 96, 97, 98, 101, 102, 104.	0,6 – 1,5	ослабленный
60, 67.	1,6 – 1,8	Сильно ослабленный

Таким образом, в результате проведенных исследований определено, что в Гомельском дворцово-парковом ансамбле произрастает более 5 тыс. деревьев и более 3,5 тыс. кустарников. Общий видовой состав древесно-кустарниковой растительности включает 153 вида,

в том числе 82 древесных вида. Среди общего видового состава интродуценты составляют 24,5%. Древесная растительность имеет разновозрастный состав: от молодых посадок до деревьев старше 150 и даже 200 лет. Анализ санитарного состояния показывает, что насаждения парка необходимо оценивать как здоровые с признаками ослабления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев, Е.П. Инфекционные болезни городских насаждений и меры борьбы с ними: учебное пособие / Е.П. Кузьмичев, Э.С. Соколова, Е.Г. Куликова – М. : МГУЛ, 2002. – 87 с.
2. Минкевич, И.И. В.Ф. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород: учебное пособие для вузов / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 192 с.
3. Гомель: энциклопедический справочник / Белорус. сов. энцикл.; Редкол.: И.П. Шамякин (гл. ред.) и др. – Минск : БелСЭ, 1990. – 527 с.
4. Антипов, В.Г. Определитель древесных растений: справочное пособие / В.Г. Антипов, И.В. Гуняженко. – Минск : Вышэйшая школа, 1994. – 486 с.
5. Ванин, А.И. Определитель деревьев и кустарников / А.И. Ванин. – М. : Лесная промышленность, 1967. – 236 с.
6. Нейштадт, М.И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР / М.И. Нейштадт. – М. : Учпедгиз, 1948. – 476 с.
7. Определитель растений Белоруссии / Б.К. Шишкин [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 1967. – 871 с.
8. Рычин, Ю.В. Древесно-кустарниковая флора. Определитель / Ю.В. Рычин. – М. : Учпедгиз, 1959. – 292 с.
9. Станков, С.С. Определитель высших растений Европейской части СССР / С.С. Станков, В.И. Талиев. – М. : Советская наука, 1957. – 742 с.
10. Пуховский, А.С. Программа-методика организации и проведения работ по оценке и мониторингу влияния воздушного загрязнения на леса / А.С. Пуховский. – Минск.: Белгослес – 1994. – 62 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 29.03.2013

## Определительные таблицы аборигенных земноводных и пресмыкающихся Беларуси

Д.В. ПОТАПОВ, Г.Г. ГОНЧАРЕНКО

В статье приведены определительные таблицы классов, отрядов, семейств и видов аборигенной белорусской батрахофауны и герпетофауны, использование которых значительно облегчит задачу определения отловленных в природных станциях представителей фауны земноводных и пресмыкающихся как в полевых, так и в лабораторных условиях. Пользуясь предложенными определительными таблицами, можно определить вид и установить систематическую принадлежность 12 видов земноводных и 7 видов пресмыкающихся белорусской батрахо- и герпетофауны.

**Ключевые слова:** земноводные, пресмыкающиеся, батрахофауна и герпетофауна Беларуси, определительные таблицы, классы, отряды, семейства, виды.

The article presents the definitive tables of classes, groups, families and species of native Belarusian batrahofauna and herpetofauna, the use of which will greatly facilitate the task of identifying the amphibians and reptiles caught in natural habitats, both in the field and in the laboratory. Using the proposed definitive tables, you can determine the type and identify the systematic affinity of 12 species of amphibians and 7 species of reptiles of Belarusian batrahofauna and herpetofauna.

**Keywords:** amphibians, reptiles, batrahofauna and herpetofauna of Belarus, definitive tables, classes, groups, families, species.

**Введение.** Земноводные и рептилии – важные компоненты водно-наземных и наземно-воздушных экосистем, занимающие особое место среди других позвоночных, представляющие собой первых четвероногих позвоночных, перешедших к наземному образу жизни и освоивших различные станции наземно-воздушных экосистем. Земноводные и пресмыкающиеся являются истребителями беспозвоночных – вредителей сельского и лесного хозяйств. Накопленная амфибиями и рептилиями биомасса частично используется высшими звеньями трофических уровней. Значительна роль этих животных в питании птиц, млекопитающих, а также некоторых хищных рыб. Амфибии и их личинки, а также различные виды пресмыкающихся в силу специфики своей морфофизиологической организации являются высокочувствительными биологическими реагентами, что обуславливает возможность их использования для индикации загрязнения окружающей среды. Изучая видовую и популяционную структуру земноводных и рептилий в тех или иных местообитаниях, можно судить о степени антропогенной нагрузки на данные экосистемы по состоянию природных популяций изучаемых животных. Кроме того, изучение параметров видового разнообразия сообществ земноводных и пресмыкающихся в условиях Беларуси имеет значительный научный интерес ввиду недостаточности имеющихся данных по этому вопросу.

Фауна земноводных Беларуси состоит из 12 видов. Два вида относятся к отряду хвостатых (Caudata) – тритон обыкновенный (*Triturus vulgaris*) и тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*). Десять видов принадлежат к отряду бесхвостых (Anura): краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina*), обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus*), серая жаба (*Bufo bufo*), зеленая жаба (*Bufo viridis*), камышовая жаба (*Bufo calamita*), обыкновенная квакша (*Hyla arborea*), озерная лягушка (*Rana ridibunda*), прудовая лягушка (*Rana lessonae*), остромордая лягушка (*Rana arvalis*), травяная лягушка (*Rana temporaria*) [1]–[3], [5].

Фауна пресмыкающихся Беларуси представлена 7 видами. Один из них относится к отряду черепахи (Chelononia) – черепаха болотная (*Emys orbicularis*). Шесть видов принадлежит отряду чешуйчатые (Squamata): ящерица прыткая (*Lacerta agilis*), ящерица живородящая (*Lacerta vivipara*), веретеница ломкая (*Anguis fragilis*), уж обыкновенный (*Natrix natrix*), гадюка обыкновенная (*Vipera berus*), медянка обыкновенная (*Coronella austriaca*) [1], [2], [4], [5].

Для успешной видовой идентификации земноводных и рептилий в полевых и лабораторных условиях необходим простой и четкий определитель, позволяющий в короткие сроки установить видовую принадлежность отловленного животного. Целью данной статьи является создание такого определителя.

#### Краткая морфологическая характеристика земноводных и пресмыкающихся

Форма тела земноводных варьирует от уплощенной в дорзо-вентральном направлении с развитыми задними конечностями у бесхвостых амфибий до вытянутой удлинненной с конечностями одинаковой длины у хвостатых (рисунок 1). Эпидермис многослойный, соединительнотканый кориум тонкий. Кожа богата слизистыми железами, выделяющими секрет, обладающий бактерицидными свойствами, у некоторых он имеет защитное значение (слизистые железы в таком случае превращаются в ядовитые). В коже разбросаны пигментные клетки, обуславливающие окраску. Под кожей могут формироваться обширные лимфатические лакуны, содержащие запас воды, предохраняющий животных от пересыхания.

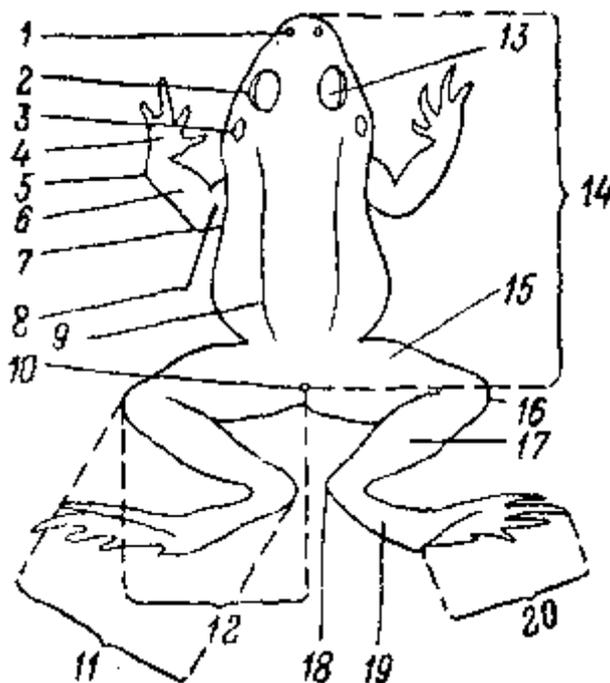


Рисунок 1 — 1 — ноздря, 2 — глаз, 3 — барабанная перепонка, 4 — кисть, 5 — сустав кисти, 6 — предплечье, 7 — локтевой сустав, 8 — плечо, 9 — спиннобоковая складка, 10 — отверстие клоака, 11 — длина голени, 12 — длина бедра, 13 — верхнее веко, 14 — длина тела, 15 — бедро, 16 — коленный сустав, 17 — голень, 18 — голеностопное сочленение, 19 — предплюсна, 20 — длина лапки [6].

Схема тела лягушки.

У пресмыкающихся форма тела разнообразна: у большинства тело удлиненное, с развитыми пятипалыми конечностями, на пальцах которых развиты когти; у змей и безногих ящериц конечности отсутствуют. Кожа двухслойная и состоит из многослойного эпидермиса и кориума. Верхние слои эпидермиса ороговевают и формируют чешуи, щитки, шипы. Нижний слой эпидермиса — мальпигиевый слой — продуцирует новые эпидермальные слои, которые замещают вышележащие старые слои в процессе линьки. В кориуме у некоторых видов (черепахи) залегают костные пластинки, формирующие наружный панцирь. Кожа теряет способность к газообмену, испарению воды и выделению продуктов метаболизма. Железы практически исчезают. Смена покровов происходит путем периодической линьки.

Таблица для определения классов:

Определительные таблицы составлены по классической (шведской) системе и представляют собой серию последовательных описаний альтернативных признаков, которые необходимо сопоставить друг с другом и из каждой пары признаков (теза и антитеза) выбрать тот, который наиболее подходит определяемому объекту. Все пункты обозначены в таблицах порядковыми арабскими цифрами, причем в каждом противопоставлении теза обозначается цифрой вне скобок, а антитеза – цифрой в скобках. Определение в таблице следует начинать с тезы 1. Если признак, указанный в тезе, не подходит, надо переходить к другому признаку – тезе, который разыскивается по цифре – антитезе. Если же признак подошел, то переходят к следующей тезе по порядку [7].

1(2). Кожа голая, слизистая, связана с мышцами слабо, под кожей чувствуются обширные лимфатические полости, заполненные жидкостью. Когти на пальцах отсутствуют.....класс *Земноводные (Amphibia)*.

2(1). Кожа сухая, покрыта чешуйками или щитками, с мышцами связана плотно. На пальцах развиты когти.....класс *Пресмыкающиеся (Reptilia)*.

Таблица для определения отрядов земноводных:

1(2). Вытянутое удлиненное тело переходит в хорошо выраженный хвост. Передние и задние конечности одинаковой длины.....отряд *Хвостатые (Caudata)*. На территории Беларуси представлены семейством саламандровые (*Salamandridae*).

2(1). Короткое, широкое тело, задние конечности длиннее передних. Хвоста нет.....отряд *Бесхвостые (Anura)*.

Таблица для определения видов хвостатых земноводных:

1(2). Кожа гладкая или тонкозернистая, голова с продольными темными полосками. Спина бурая, иногда с темными пятнами, брюхо оранжевое с темными пятнами. У самца в брачном наряде имеется фестончатый спинной гребень.....*обыкновенный тритон (Triturus vulgaris)*.

2(1). Кожа грубозернистая, голова без продольных полосок. Спина черная или темно-коричневая с темными пятнами, брюхо оранжевое с черными пятнами. У самца в брачном наряде спинной гребень глубоко зазубренный.....*гребенчатый тритон (Triturus cristatus)*.

Таблица для определения семейств и видов бесхвостых земноводных:

1(6). Зубов в верхней челюсти нет (пробовать иглой или пальцем, должна чувствоваться гладкая поверхность без шероховатостей). Зрачок в виде горизонтальной щели.....семейство *Жабы (Bufonidae)*.

2(3). На нижней поверхности самого длинного пальца задней конечности один бугорок. Верх тела серовато-зеленый с темными пятнами..... *зеленая жаба (Bufo viridis)*.

3(2). На нижней поверхности самого длинного пальца задней конечности два бугорка.

4(5). Внутренний край предплюсны с продольной кожистой складкой. Верх тела серо-оливковый с темными пятнами и светлой продольной полоской вдоль спины.....*камышовая жаба (Bufo calamita)*.

5(4). Внутренний край предплюсны без продольной кожистой складки. Верх тела бурый, коричневатый или серый, одноцветный или с невыраженными темными пятнами.....*серая, или обыкновенная жаба (Bufo bufo)*.

6(1). По краям верхних челюстей есть мелкие, плохо заметные зубы. Зрачок округлый или в виде вертикальной щели.

7(8). Концы пальцев расширены в диски. Мелкие особи, как правило, ярко-зеленой однотонной окраски.....семейство *Квакши (Hylidae)*. В Беларуси распространен один вид этого семейства – *обыкновенная квакша (Hyla arborea)*.

8(7). Концы пальцев не расширены в диски. Земноводные разных размеров, окраски и рисунка поверхности тела.

9(12). Задний край языка без вырезки.

10(11). Внутренний пяточный бугор развит слабо. Верх тела от светло-серого до темно-бурого цвета с неясными темными пятнами; брюхо желтое или оранжевое с черными пятнами.....семейство *Круглоязычные (Discoglossidae)*. В Беларуси распространен один вид этого семейства – *краснобрюхая жерлянка (Bombina bombina)*.

11(10). Внутренний пяточный бугор хорошо развит и имеет вид роговой лопатки. Верх тела светло-серый, с желтоватым оттенком с мелкими и крупными бурыми или черными пятнами; брюхо светло-серое, с темными пятнами.....семейство *Чесночницы (Pelobatidae)*. В Беларуси распространен один вид этого семейства – *обыкновенная чесночница (Pelobates fuscus)*.

12(9). Задний край языка с хорошо выраженной вырезкой.....семейство *Лягушки (Ranidae)*.

13(16). От глаза через барабанную перепонку к плечу идет темное, суживающееся назад височное пятно; верх тела буровато-коричневой окраски. Лягушки мелких и средних размеров.

14(15). Внутренний пяточный бугор высокий, сжатый с боков. Конец морды заострен. Сверху коричневатая, с большим числом мелких и крупных темных пятен. Брюхо всегда одноцветное, белое.....*остромордая лягушка (Rana arvalis)*.

15(14). Внутренний пяточный бугор низкий, округлый. Морда округлая или тупая. Сверху разных оттенков коричневато-бурого цвета с большим числом мелких и крупных темных пятен. Брюхо пятнистое («мраморное»).....*травяная лягушка (Rana temporaria)*.

16(13). Височного пятна нет, окраска верха тела варьирует от светло-зеленой до темно-оливковой. Лягушки средних и крупных размеров.

17(18). Сверху ярко-зеленая или оливковая с большим или меньшим числом темных пятен. Брюхо чаще белое, без пятен. Голеностопные сочленения, если голени прижать к бедрам и расположить их перпендикулярно к продольной оси тела, не соприкасаются.....*прудовая лягушка (Rana lessonae)*.

18(17). Сверху темно-зеленая или темно-бурая с черными или темно-зелеными пятнами. Брюхо грязно-белое, с темными, размытыми пятнами. Голеностопные сочленения, если голени прижать к бедрам и расположить их перпендикулярно к продольной оси тела, заходят друг за друга.....*озерная лягушка (Rana ridibunda)*.

В природе часто встречается гибридная между озерной и прудовой лягушками форма – *лягушка съедобная (Rana esculenta)*. Она может сочетать морфологические признаки озерной и прудовой лягушек. Отличительная черта – голеностопные сочленения, если голени прижать к бедрам и расположить их перпендикулярно к продольной оси тела, соприкасаются, но не заходят друг за друга.

Таблица для определения подклассов и отрядов пресмыкающихся:

1(2). Тело заключено в костный панцирь, покрытый сверху крупными роговыми щитками.....подкласс *Анапсиды (Anapsida)*. В подклассе единственный отряд – Черепахи (Chelonia). В Беларуси распространен один вид этого отряда – *болотная черепаха (Emys orbicularis)*.

2(1). Тело не заключено в панцирь. Кожа покрыта роговой чешуей или мелкими роговыми щитками, под которыми нет костных пластинок.....подкласс *Лепидозавры (Lepidosauria)*. На территории Беларуси распространены представители одного отряда – *Чешуйчатые (Squamata)*.

Таблица для определения подотрядов отряда Чешуйчатые:

1(2). Ноги есть; если ног нет, то глаза прикрыты подвижными веками.....*подотряд Ящерицы (Sauria)*.

2(1). Ног нет, глаза не имеют подвижных век.....*подотряд Змеи (Ophidia, seu Serpentes)*.

Таблица для определения семейств и видов подотряда Ящерицы:

- 1(2). Ног нет.....семейство *Веретеницевые (Anguidae)*.  
 В Беларуси распространен один вид этого семейства – *веретеница ломкая (Anguis fragilis)*.  
 2(1). Ноги есть.....семейство *Настоящие ящерицы (Lacertidae)*.  
 3(4). Стройная ящерица буро-серой окраски с продольными белыми и черными пятнами, брюхо светло-серое. В брачном наряде самцы ярко-зеленые, самки – буроватые или коричневые. Задних носовых щитков 2–3.....*прыткая ящерица (Lacerta agilis)*.  
 4(3). Тело сверху окрашено в бурый или коричневый цвет с продольным рисунком. Нижняя сторона у самца оранжевая, у самки – зеленовато-белая. Задний носовой щиток один (рисунок 2).....*живородящая ящерица (Lacerta vivipara)*.

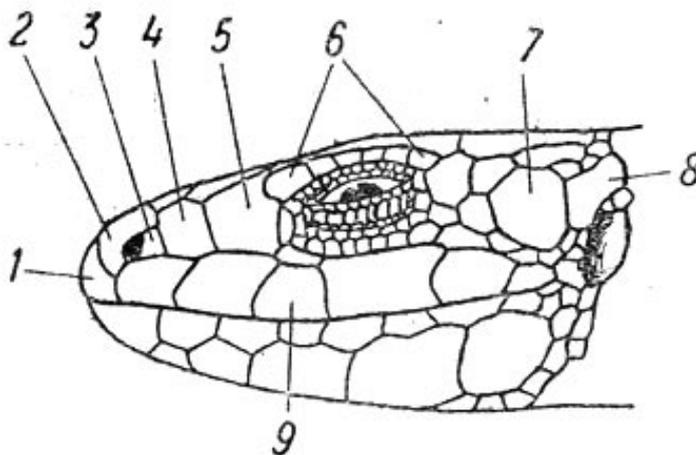


Рисунок 2 – Щитки: 1 – межчелюстной, 2 – передний носовой, 3 – задний носовой, 4 – передний скуловой, 5 – задний скуловой, 6 – верхнересничные, 7 – ушной, 8 – барабанный, 9 – верхнегубные [6].  
 Голова *Lacerta vivipara* сбоку.

Таблица для определения семейств и видов подотряда Змеи:

- 1(2). Верхняя поверхность головы (по крайней мере, впереди глаз) покрыта мелкими, неправильно расположенными чешуйками.....семейство *Гадюковые (Viperidae)*.  
 На территории Беларуси распространен один вид этого семейства – *обыкновенная гадюка (Vipera berus)*.  
 2(1). Верхняя поверхность головы покрыта относительно крупными, симметрично расположенными щитками.....семейство *Ужовые (Colubridae)*.  
 3(4). Окраска спины однотонная – обычно темная, иногда серая. По бокам головы два четких оранжевых, желтых или белых пятна. Низ тела почти черный, блестящий.....*обыкновенный уж (Natrix natrix)*.  
 4(3). Окраска спины варьирует от серой до желто-бурой и коричнево-медно-красной. От других змей отличается наличием тёмной полосы, проходящей через глаз, и поперечных полос или пятен на теле. Окраска брюха варьирует от серого до коричнево-красного оттенка, с тёмными размытыми пятнами.....*обыкновенная медянка (Coronella austriaca)*.

**Заключение.** Таким образом, в предложенной работе на основе классической шведской системы, используя анатомо-морфологические признаки, составлены определительные таблицы для 12 аборигенных видов земноводных и 7 видов пресмыкающихся, обитающих в естественных станциях в условиях Беларуси. Данный определитель предназначен для использования в ходе исследований, проводимых как в полевых, так и в лабораторных условиях.

## Литература

1. Банников, А.Г. Земноводные и пресмыкающиеся СССР / А.Г. Банников. – М. : Учпедгиз, 1971. – 201 с.
2. Воронин, Ф.Н. Фауна Белоруссии и охрана природы / Ф.Н. Воронин. – Минск : Народная асвета, 1969. – 116 с.
3. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик. – Минск : Наука и техника, 1985. – 185 с.
4. Пикулик, М.М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М.М. Пикулик, В.А. Бахарев, С.В. Косов. – Минск. : Наука и техника, 1988. – 166 с.
5. Бурко, Л.Д. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных / Л.Д. Бурко, А.А. Митянин. – Минск : БГУ, 2004. – 139 с.
6. Терентьев, П.В. Определитель пресмыкающихся и земноводных / П.В. Терентьев, А.С. Чернов. – М. : Советская наука, 1949. – 340 с.
7. Гончаренко, Г.Г. Определительные таблицы семейств и видов аборигенных рыб и рыбообразных водоемов Беларуси / Г.Г. Гончаренко, Д.В. Потапов // Известия Гом. гос. ун-та им. Ф. Скорины / Научный и производственно-практический журнал, № 5 (74). Естественные науки. – Гомель, 2012. – С. 39–47.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 595.3:556(476)

## Биоразнообразие и особенности географического распространения ветвистоусых ракообразных (Cladocera), представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья

И.Ф. РАСАШКО, О.В. КОВАЛЕВА, В.В. ВЕЖНОВЕЦ

В работе сделано обобщение данных по таксономическому составу, выявлены особенности географического распространения Cladocera, представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья. Установлена степень представленности в зоопланктоне видов, характерных для водных экосистем региона, а также обитающих в водоемах других территорий.

Показано, что значительное количество видов Cladocera, обнаруженных в водных экосистемах Белорусского Полесья, имеет широкое распространение. В водоемах и водотоках региона есть группы видов, являющихся голарктическими и палеарктическими, но также виды, отмеченные в разных зоогеографических царствах и областях, на разных континентах. В водоемах урбанизированной территории (г. Гомель) представлены в основном широко распространенные, но есть и редкие виды.

**Ключевые слова:** зоопланктон, Cladocera, водные экосистемы Белорусского Полесья, географическое распространение.

The data on taxonomical structure are analyzed, the features of geographical distribution of Cladocera presented in water ecosystems of the Belarusian Polesye are revealed. The degree of representation in zooplankton species characteristic of water ecosystems in the region, as well as living in the waters of the other territories is established. It is shown that a significant amount of types of Cladocera found in water ecosystems of the Belarusian Polesye have a wide distribution. In reservoirs and waterways of the region there are groups of the types being holarctic and palearctic, but also the types noted in different zoogeographical kingdoms and areas, on different continents. In reservoirs of the urbanized territory (Gomel) there are presented generally widespread but also rare species.

**Keywords:** zooplankton, Cladocera, water ecosystems of Belarusian Polesye, geographical distribution.

**Введение.** Географическое распространение Cladocera, их групп находится во взаимосвязи с процессом исторических природных перестроек [1]. История становления разнообразия кладоцер в целом (в более раннее время на уровне родов, в более позднее – на уровне групп и видов) связана непосредственно с существованием в конце палеозоя – начале мезозоя суперконтинента Пангеи, затем с процессами разделения Пангеи на Лавразию и Гондвану, а последних – на отдельные материки, что особенно обозначилось во второй половине мезозоя, а также с состоянием и изменениями ландшафтно-климатических условий прошедших эпох.

Распространение кладоцер, как и других постоянных обитателей континентальных водоемов, носит в принципе разорванный характер, что особенно выражено в изолированных водоемах. В связи с этим представляется необходимым отметить, что изоляция в определенной мере компенсируется дисперсией стойких яиц, но при ее значительности главным фактором поддержания единства вида, вероятно, становится стабилизирующий отбор [2]. Фактором, интегрирующим вид, считают поток генов при наличии таких условий когда: вид представляет собой систему локальных популяций более или менее панмиктических и более или менее равноценных друг другу и поток генов более или менее постоянен во времени [2]. Но для кладоцер эти условия плохо выдерживаются. Давно известна большая внутри- и межпопуляционная морфологическая изменчивость Cladocera, особенно представителей родов *Bosmina* и *Daphnia*. Многочисленные данные последних лет свидетельствуют также о значительной межпопуляционной генетической изменчивости. Указанное прослеживается и на фауне Cladocera водных экосистем полесского региона.

Отмеченные положения находятся во взаимосвязи с эволюцией и древностью фаунистических групп, а это влияет на зоогеографическое распространение. Важную корректировку

в фауногенетические построения вносят положения о возможности влияния вагильности организмов, ландшафтно-климатических условий, включая, прежде всего, температуру, которая может играть первостепенную роль в распространении кладоцер.

Кладоцеры являются древней группой, их ископаемые остатки, часть из которых можно отнести к современным родам, известны из мезозойских (юрских, раннемеловых) и, вероятно, даже из более ранних отложений. Своими корнями они уходят в палеозой, возможно, ко времени начала формирования пресноводной фауны, предположительно приходящегося на карбон и связанного с мощной регрессией моря и опреснением его обширных прибрежных участков [1]–[4].

Древность и медленность эволюции представителей Cladocera подтверждают зоогеографические и генетические данные. Согласно последним, дифференциация даже современных групп видов *Daphnia (longiremis, longispina, pulex)* произошла не позже конца мезозоя, а возраст некоторых современных видов (*D. laevis*) восходит к началу или середине третичного периода (от 20 до более 50 млн. лет). Что касается возраста других групп, то время появления морфологически примитивных ктенопод, например, Sididae, не является более поздним, чем дафниид и хидорид, а ввиду их архаичности могло быть еще более ранним. О древности ктенопод, как и в случае аномопод, помимо палеонтологических данных, могут также свидетельствовать такие факты, как значительная морфологическая дифференциация таксонов, нередкая монотипичность или очень малое видовое разнообразие большинства родов, большая широта распространения, тяготение большинства представителей к строго пресноводным местообитаниям и приспособленность к широкому диапазону условий существования.

Многие представители кладоцера имеют преимущественное распространение в умеренных и субтропических областях северного и южного полушарий, что свойственно архаичным формам не только животного, но и растительного мира.

В отношении систематического положения Cladocera Calman, 1909 Н.М. Коровчинский [1] указывает на необходимость принимать данную группу традиционно как цельную естественную единицу, но более высокого, чем прежде считалось, ранга – подкласса или надотряда. Соответственно этому ее внутренние группировки также должны иметь более высокий статус отрядов – Stenopoda, Anomopoda, Onychopoda и Harplopoda.

**Материал и методы.** Цель настоящей работы состоит в обобщении данных по таксономическому составу, выявлении особенностей географического распространения ветвистых ракообразных, представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья. Задачи заключаются в установлении степени представленности в зоопланктоне видов, характерных для водных экосистем региона, а также обитающих в водоемах других территорий. Для решения поставленных задач использованы сводные работы, определители, каталоги [1], [5]–[7].

**Результаты и их обсуждение.** Разнообразие и географическое распространение фауны Cladocera водных экосистем Белорусского Полесья (таблицы 1 и 2) отражены в работах [1], [5]–[7]. По современным данным [8] карцинофауна включает 88 видов и вариететов. В зоогеографическом отношении (таблица 2, рисунок 1) в фауне прежде всего имеются представители Голарктики и Палеарктики – 16 (18,2% в общем количестве видов) и 15 (17,1%) таксонов соответственно. К ним относятся *Acroperus elongatus*, *Bunops serricaudata*, *Disparalona rostrata*, *Latonura rectirostris*, *Leptodora kindti* и *Acroperus angustatus*, *Bosmina kessleri*, *Camptocercus lilljeborgi*, *Ceriodaphnia setosa*, др.

Есть группа видов – 8 (9%), которые имеют всесветное, повсеместное распространение, 7 (8%) – отмечаются космополитами, один из них (1%) эврибионтным: *Alona guttata*, *Alonella excisa*, *Bosminopsis deitersi*, *Biapertura affinis*, *B. intermedia*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. laticaudata*, *Daphnia longispina*, *D. pulex*, *Graptoleberis testudinaria*, *Leydigia leydigi*, *Moina micrura*, *Pleuroxus aduncus*, *Pseudochydorus globosus*, *Simocephalus serrulatus*.

Во всех частях света, кроме Австралии, обитают 7 (8%) видов карцинофауны региона: *Acroperus harpae*, *Alona costata*, *A. quadrangularis*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Leydigia acanthocercoides* (в водоемах Беларуси редко), *Macrothrix laticornis*, *Simocephalus vetulus*.

Таблица 1 – Таксономическое разнообразие Cladocera, представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья

Надотряд Cladocera					
Отряд	Количество видов	Семейство	Количество видов	Род	Количество видов
Polyphemiformes	1	Polyphemidae	1	<i>Polyphemus</i>	1
Leptodorifomes	1	Leptodoridae	1	<i>Leptodora</i>	1
Daphniiformes	79(6)	Daphniidae	20(2)	<i>Scapholeberis</i>	2
				<i>Simocephalus</i>	3(1)
				<i>Ceriodaphnia</i>	8(1)
				<i>Daphnia</i>	7
		Sididae	3	<i>Sida</i>	1
				<i>Latona</i>	1
				<i>Diaphanosoma</i>	1
		Chydoridae	38(2)	<i>Eurycercus</i>	1
				<i>Acroperus</i>	5
				<i>Alona</i>	5
				<i>Alonella</i>	3
				<i>Anchistropus</i>	1
				<i>Biapertura</i>	2
				<i>Camptocercus</i>	2
				<i>Chydorus</i>	2(2)
				<i>Disparalona</i>	1
				<i>Graptoleberis</i>	1
				<i>Kursia</i>	1
				<i>Leydigia</i>	2
				<i>Monospilus</i>	1
				<i>Oxyurella</i>	1
				<i>Picripleuroxus</i>	3
				<i>Pleuroxus</i>	4
				<i>Pseudochydorus</i>	1
				<i>Rhynchotalona</i>	1
				<i>Paralona</i>	1
				<i>Tretocephala</i>	1
		Macrothricidae	7	<i>Acantholeberis</i>	1
				<i>Lathonura</i>	1
				<i>Macrothrix</i>	3
				<i>Bunops</i>	1
				<i>Streblocerus</i>	1
		Moinidae	3	<i>Moina</i>	3
		Bosminidae	5(2)	<i>Bosmina</i>	4(2)
				<i>Bosminopsis</i>	1
		Ilyocryptidae	3	<i>Ilyocryptus</i>	3
Всего: 3		9		38	82(6)

Примечание: в скобках приведены варианты.

Имеются палеарктические виды, но при этом они обитают в водоемах Европы. Таких видов в фауне кладоцер Белорусского Полесья 4: *Acroperus neglectus*, *Alona protzi (protzi)*, *Daphnia hyalina*, *Macrothrix rosea*.

Кроме Голарктики, встречаются и в Эфиопской области Палеогейского царства виды: *Alonella exigua*, *Ilyocryptus acutifrons*, *Monospilus dispar*, *Picripleuroxus striatus*.

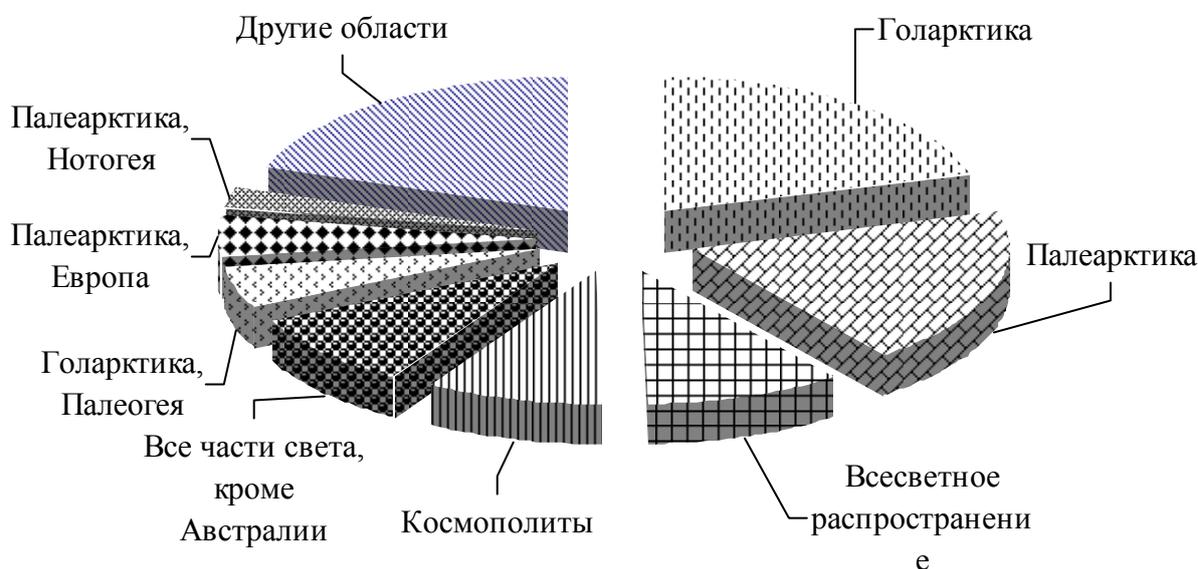
В распространении некоторых родов и видов есть черты биполярности, к ним относятся: *Eurycercus*, *Pleuroxus*, *Streblocerus serricaudatus*.

Достаточно широкое распространение имеют эволюционно продвинутые и обычно

более богатые в видовом отношении роды аномопод: *Ilyocryptus*, *Macrothrix*, *Chydorus*, *Alona*, *Alonella*, *Leydigia*, *Oxyurella*, *Simocephalus*. Им, очевидно, свойственны универсальные и эффективные адаптации.

Ряд видов, имеющих обширное широтное распространение, встречаются и в Полесском регионе: *Simocephalus exspinosus* и др.

Есть виды, их популяции, обитающие в районах, географически далеко изолированных. Так, *Monospilus dispar* приводят для Африки, Венесуэлы, Новой Зеландии. По 1–2 вида, обитающих в водоемах Полесского региона, встречаются в следующих районах: Палеарктике и Австралийской области; Палеарктике (Европе) и в Азии, Африке, Северной Америке; в Палеарктике (Европе), Азии, Африке, Северной Америке и Австралии, в основном в северном полушарии и Китае; в Палеарктике, Неоарктике, Африке, Новой Зеландии; Южной Америке и Австралии; в Южной Америке и Африке; в Палеарктике (Европа), Африке, Азии и Австралии; в Палеарктике, Гренландии и Австралии; в Палеарктике и Южной Африке; в Евразии, Африке, Австралии; в Голарктике, Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии. Приведенные данные свидетельствуют о широкой экологической толерантности таких таксонов и о более значительном их распространении в прошлом.



Примечание: в других областях (17,6%) представлено по одному виду (номера 9, 11–25 в таблице 1)

Рисунок 1 – Зоогеографическое распространение Cladocera, представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья

Следует отметить, что виды из родов *Daphnia* и *Bosmina* имеют в основном южное и северное распространение.

Северный комплекс видов ктенопод включает представителей родов *Sida*, *Diaphanosoma*. Холодовыносливыми видами являются *Macrothrix hirsuticornis*, др.

Некоторые виды, обитающие в полесском регионе, где находится Полесская низменность, отмечаются в горных водоемах [1]. Так, *Sida crystallina* встречается в водоемах Исландии, расположенных на высоте над уровнем моря до 300 м, в водоемах Альп – до 2500 м, Колорадо (США) – 2955 м, Кашмир (Индия) – 1580 м, Колумбия – 2112 м. *Diaphanosoma brachyurum* отмечена в водоемах на юге Норвегии до высоты над уровнем моря 1000 м, Альп и Татров – до 2000–2100 м, Кавказа – до 2752 м, Северной Америки – 1380 м. *Latona setifera* указана в водоемах Швейцарии на высоте 736 м, Колорадо – 3290–3350 м.

В фауне Cladocera водных экосистем Белорусского Полесья преобладают монотипические роды. Их долевого вклад в общее разнообразие группы равен 50%. Вместе с родами, включаю-

щими по 2 вида, удельный вклад равен 58%, а с родами, имеющими по 3 вида, – 71%. Следует отметить также, что есть роды, которые включают больше видов, но таковых немного: 1 род – с 4 видами, 3 рода – с 5, 1 род – с 7, 1 род – с 8 видами.

В водных экосистемах Белорусского Полесья распространенными являются около 20 видов, из них это прежде всего *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Alona rectangulara*. Наиболее распространенные в регионе виды составляют 5% от общего видового разнообразия Cladocera. Удельный вклад других распространенных видов равен порядка 20%.

Необходимо подчеркнуть, что при наличии в гидрофауне региона довольно большой группы широко распространенных представителей, космополитов и эврибионтов, основную долю общего биоразнообразия кладоцер составляют сравнительно редкие виды и варианты – 48 (55%).

Фауна кладоцер мелких болотистых, заболоченных и торфяных водоемов представлена 6 видами и вариантами (7%). Типичные зарослевые формы – 20 видов и вариантов (23%) есть в разных типах водоемов. В разных водоемах имеются также обитатели пелагиали, прибрежья, литоральные формы.

Таблица 2 – Ареалы видов Cladocera, присутствующих в Полесском регионе

№	Ареал	Количество видов
1	Указываются Голарктика, Арктогея	14
2	Палеарктика	2
3	Палеарктика	15
3	Всесветно	6
4	Повсеместно, не указан для Новой Зеландии и Антарктиды	1
5	Во всех частях света, исключая высокие широты	1
6	Во всех частях света, кроме Австралии (Арктогея, Палеогей, Неогей)	7
7	Голарктика, Палеогей (Эфиопская область)	4
8	Палеарктика, Европа	4
9	Палеарктика, Неарктика, Австралийская область	1
10	Палеарктика, Нотогея (Австралийская область)	2
11	Европа, Азия, Африка, Северная Америка	1
12	Европа, Азия, Африка, Северная Америка, Австралийская область	1
13	Северное полушарие	1
14	В основном в северном полушарии	1
15	Северное полушарие, Китай	1
16	Северное полушарие, на юг до Непала, Южного Китая, Филиппин	1
17	Палеарктика, Неарктика, Африка, Нотогея (Ново-Зеландская область)	1
18	Голарктика, единично Южная Америка и Австралия	1
19	Голарктика, но единично в Неогее	1
20	Голарктика, но и в Южной Америке, Африке	1
21	Европа, Африка, Индо-Малайская и Австралийская области	1
22	Палеарктика, Гренландия, Австралия	1
23	Палеарктика, Южная Африка	1
24	Евразия, Африка, Австралия	1
25	Голарктика, Южная Америка, Нотогея (Австралия, Новая Зеландия)	1

В фауне кладоцер есть виды – *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, которые широко распространены и многочисленны. Они демонстрируют черты биологического прогресса в основных областях своего распространения.

Заслуживает быть отмеченным тот факт, что у видов родов *Daphnia*, *Bosmina*, *Diaphanosoma* наблюдается феномен чрезвычайной изменчивости тела и его придатков.

В качестве примера распространения видов кладоцер, обнаруженных в 12 водоемах на территории г. Гомель [9], испытывающих разное антропогенное воздействие, отметим следующие. По данным исследований, проведенных в 2007 г., в озере Дедно, куда происходит сброс

сточных вод, обнаружено 4 вида, 3 из которых являются широко распространенными, космополитами (*Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia pulex*), 1 характерен для Палеарктики, Южной Африки. В то же время, в рекреационном водоеме городского микрорайона «Волотова» из 5 видов есть 2 тех же широко распространенных, что и в озере Дедно (*Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*), 1 вид также космополит (*Ceriodaphnia quadrangula*), 1 голарктический (*Disparalona rostrata*), а 1 является редким (*Bunops serricaudata*). В 9 других водоемах присутствует *Bosmina longirostris*, в 8 – *Scapholeberis mucronata*, в 7 – *Simocephalus vetulus*. Это виды, отмеченные везде, кроме Австралии. В 5 из 12 водоемов – *Chydorus sphaericus*, в 3 из них, в разном сочетании распространены, – *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, *Pleuroxus trigonellus* (Голарктика), *P. striatus* (Голарктика, Африка), *Macrothrix hirsuticornis* (Палеарктика, Австралия, Гренландия). Как видно, в исследуемых городских водоемах имеются виды, которые выходят за пределы региона и встречаются в районах, расположенных довольно далеко.

### Заключение.

1. Значительное количество видов Cladocera, обнаруженных в водных экосистемах Белорусского Полесья, имеют широкое распространение.

2. В водоемах и водотоках региона есть группы видов, являющихся голарктическими и палеарктическими, но также виды, отмеченные в разных зоогеографических царствах и областях, на разных континентах.

3. Род *Bosmina*, в числе ряда других родов, в Голарктике исключительно или особенно заметно распространен.

4. В фауне Cladocera региона имеется много родов, которые монотипичны или включают небольшое число видов, а некоторые отнесены к особым семействам – Eucercidae, Polyphemidae, другим таксономическим единицам (Onychopoda, Leptodorida). Это, наряду с наличием выраженных примитивных черт строения, нередкой ограниченностью распространения, подчеркивает их древность и реликтовость.

5. В водоемах урбанизированной территории (г. Гомель) представлены в основном широко распространенные, но есть и редкие виды. Это, возможно, связано с наличием в исследуемых водоемах факторов, ограничивающих распространение определенных видов, но таковыми не являются эврибионтные виды, космополиты.

### Литература

1. Коровчинский, Н.М. Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография) / Н.М. Коровчинский. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 410 с.
2. Северцов, А.С. Теория эволюции: учебник для вузов / А.С. Северцов. – М : Владос, 2005. – 320 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные / под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб : Наука, 1995. – Т. 2. – 632 с.
4. Смирнов, Н.Н. Фауна СССР. Ракообразные. Chydoridae. Фауны мира / Н.Н. Смирнов. – М.-Ленинград : Наука, 1971. – Т. 1, вып. 2. – 268 с.
5. Рассашко, И.Ф. Зоопланктон водоемов и водотоков Белорусского Полесья (банк данных за 1888–1985 гг.) / И.Ф. Рассашко, Б.П. Савицкий // Деп. в ВИНТИ 22.02.89, № 1178.
6. Рассашко, И.Ф. Банк данных по зоопланктону водоемов и водотоков Белорусского Полесья за всю историю его изучения / И.Ф. Рассашко, Б.П. Савицкий // Мат-лы Международной научной конференции «Итоги и перспективы гидроэкологических исследований». – Минск : БГУ, 1999. – С. 202–205.
7. Вежновец, В.В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Определительные таблицы / В.В. Вежновец. – Минск : Белорусская наука, 2005. – 150 с.
8. Рассашко, И.Ф. База данных по зоопланктону водных экосистем Белорусского Полесья / И.Ф. Рассашко, В.В. Вежновец, О.В. Ковалева // II Международная научно-практическая конференция «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды», Гомель, 23 ноября 2012 г. – Гомель : Бел ГУТ, 2012. – С. 440–444.

9. Ковалева, О.В. Качество воды, разнообразие и структура планктонных сообществ разнотипных водоемов городской зоны / О.В. Ковалева, И.Ф. Рассашко // Известия ГГУ им. Ф. Скорины. – Гомель, 2008. – № 5 (50). – Ч. 2. – С. 48–56.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

УДК 591.5: 599.363

## Об экологии и морфологической изменчивости *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) на юго-востоке Беларуси

А.А. САВАРИН

В статье приводятся сведения по распространению *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) на юго-востоке Беларуси. Описаны экстерьерные и краниологические характеристики, приводится их сравнение с литературными указаниями. Анализируются диагностические признаки и их изменчивость.

**Ключевые слова:** *Crocidura suaveolens*, распространение, диагностика, изменчивость, череп.

The article presents the data on distribution of *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) in the South-East of Belarus. The description of external and craniometric characteristics of collected samples of *Crocidura suaveolens uralensis* is given and compared with literary data. The diagnostic signs of the species and its variability are analyzed.

**Keywords:** *Crocidura suaveolens*, distribution, diagnostics, variability, skull.

**Введение.** На территории Беларуси обитают два вида белозубок: малая (*Crocidura suaveolens*) и белобрюхая (*Cr. leucodon*). Оба внесены в приложение Красной книги Республики Беларусь [1], статус – требующие дополнительного изучения. Так, в териологической литературе страны отсутствуют сведения по экологическим характеристикам популяций белозубок, а имеющиеся научно-популярные описания землероек, как правило, заимствованы из иностранной литературы и мало применимы для анализа. Лишь в последние годы появились результаты исследований по экстерьерным и краниологическим характеристикам *Cr. suaveolens* отдельного региона Беларуси [2], [3].

Малая белозубка имеет обширный видовой ареал от Атлантического до Тихого океана, в состав которого входят территории и прилегающих к Беларуси стран (Польша, Украина, России). В последние годы область распространения вида расширяется и в Западной [4], и в Восточной Европе [5].

Изучение экологии *Cr. suaveolens* имеет важное медико-эпидемиологическое значение. Роль этого вида в распространении природно-очаговых заболеваний (прежде всего, лептоспироза, ГЛПС) хорошо известна. Так, по данным российских специалистов в городах могут существовать устойчивые популяции малой белозубки, при этом носителями вируса ГЛПС могут являться до 30% особей [6]. Размножение этой землеройки в условиях Гомельской городской агломерации нами доказано, о чем свидетельствует поимки беременных и кормящих самок на ряде улиц областного центра. Однако в нашей стране микробиологические исследования популяций белозубок не проводились. Интересный факт: места регистрации лептоспироза санитарными службами в Центральном районе г. Гомеля совпадают с местами наших поимок белозубок [7].

С учетом симпатричного обитания двух видов белозубок необходимо выявить совокупность дифференцирующих их признаков путем тщательного анализа краниологических и экстерьерных характеристик. Результаты исследований могут быть использованы и для разработки улучшенных вариантов определителей млекопитающих, обитающих на территории Беларуси.

**Материал и методы исследований.** Материалом для работы послужили сборы белозубок, проведенные с ноября 2004 г. по ноябрь 2012 г. на территории Гомельской области. Зверьки отлавливались ловушками Барбера (в качестве аттрактанта и фиксирующей жидкости использовали раствор уксусной кислоты: на 250–300 г воды – одна столовая ложка 9% раствора), стандартными ловушками Геро и металлическими живоловками с различными приманками (мясо, сало, хлеб), а также с помощью липких бумажных лент (в жилых домах). Использование живоловок оказалось более эффективным по сравнению давилками Геро (особенно на открытых участках), так как

исключало вероятность попадания птиц или раздробление черепа землеройки. Кроме того, использование раствора кислоты требовало систематической проверки ловушек, так после суточного нахождения тушки в растворе костная ткань черепа и зубы декальцинировались, что делало невозможным длительное использование (коллекционирование) краниологического материала. Отловлено 34 особи.

Для видовой диагностики анализировались метрические и неметрические особенности тела и черепа, которые наиболее часто используются в исследованиях белозубок: четкость перехода окраски на боковой стороне тела, соотношение длины хвоста к длине тела, кондилобазальная длина и наибольшая ширина черепа, соотношение высоты и ширины моста предглазничного отверстия, морфология углового отростка нижней челюсти, предкоренных зубов, линий возвышений клиновидно-затылочного моста [8]–[13] и др.].

Целями работы являлись сбор популяционно-экологических характеристик и уточнение диагностических признаков, которые следует использовать для дифференциации *Cr. suaveolens* в условиях юго-востока Беларуси.

**Результаты и их обсуждение.** *Распространение и динамика численности.* Особи малой белозубки пойманы на территории 8 районов Гомельской области (рисунок 1): Житковичского (г. Туров, отловлены Болотиной И.М. (Зениной), Петриковского (окраина районного центра), Жлобинского (близ д. Солоное), Буда-Кошелёвского и Чечерского (окраины районных центров), Ветковского (д. Хальч, д. Рудня Споницкая), Добрушского (д. Красная Буда, д. Буда Жгуньская), Гомельского (д. Старые Дятловичи, д. Ченки, д. Бобовичи, д. Терюха, д. Поколюбичи) и в самом г. Гомеле. Самая северная находка малой белозубки в области – г. Чечерск (2012 г.). Следует заметить, что в XX веке (1928 г.) в этом районе землеройка отлавливалась и В.Л. Новиковым [14]; экземпляр хранится в Зоомузее МГУ [15]. С учетом поимок землеройки на территории указанных районов и их географического расположения (рисунок 1), обитания ее и в приграничных районах Украины [16], можно утверждать, что в настоящее время *Cr. suaveolens* обитает на всей территории Гомельской области.

Места поимок зверьков: приусадебный участок, поля станции очистки сточных вод, 1–2 этажи жилых строений и здания учреждения (второй этаж здания ГГУ им. Ф. Скорины), пустырь с канавой, окраина города (сосновый лес, не далее 100 м от огородов и жилых построек). На поле, непосредственно примыкающем к гомельскому городскому полигону ТБО (близ д. Уза), белозубка ловится как ловушками Барбера, так и ловушками Геро и металлическими живоловками и летом, и зимой; в то время как в прилегающем к полигону сосновом лесу эта землеройка не ловится. Есть все основания полагать, что данное обстоятельство вызвано не только уклонением белозубки малой от пищевой и территориальной конкуренции с бурозубкой обыкновенной (*Sorex araneus*), но и, прежде всего, дополнительными возможностями для выживания в неблагоприятные периоды года вблизи полигонов ТБО, особенно, зимой: более тепло, широкая пищевая база, наличие разнообразных укрытий. В этой связи понятно, почему белозубки малой нет, например, в списке наземных млекопитающих Полесского ГРЭЗ [17] или заповедника «Брянский лес», хотя на юго-западе Брянской области в Новозыбковском районе она отлавливается [18].

Первая поимка *Cr. suaveolens* в г. Гомель произведена осенью 2004 г. в частном секторе Новобелицкого района. В областном центре землеройки отловлены на территории всех 4 районов: Новобелицкий (ул. Ильича, Склезнева); Советский (ул. Бресткая, Братьев Лизюковых, Давыдовская); Центральный (ул. Советская, Портовая, Садовая); Железнодорожный (ул. Героев-подпольщиков, Озерная). Вся Гомельская городская агломерация входит в территорию распространения вида на юго-востоке страны. *В настоящее время белозубка малая является обычным видом городской териофауны, а вблизи полигона ТБО – даже массовым.* В Гомеле зверьки как отлавливались специально, так и находились мертвыми на асфальтированных улицах в Центральном и Советском районах. Наличие мертвых особей объясняется не естественной смертностью, а «выбрасыванием» их после отлова и удушения кошками (как известно, кошки не едят или почти не едят землероек). Подобное явление отмечали и другие зоологи [19].

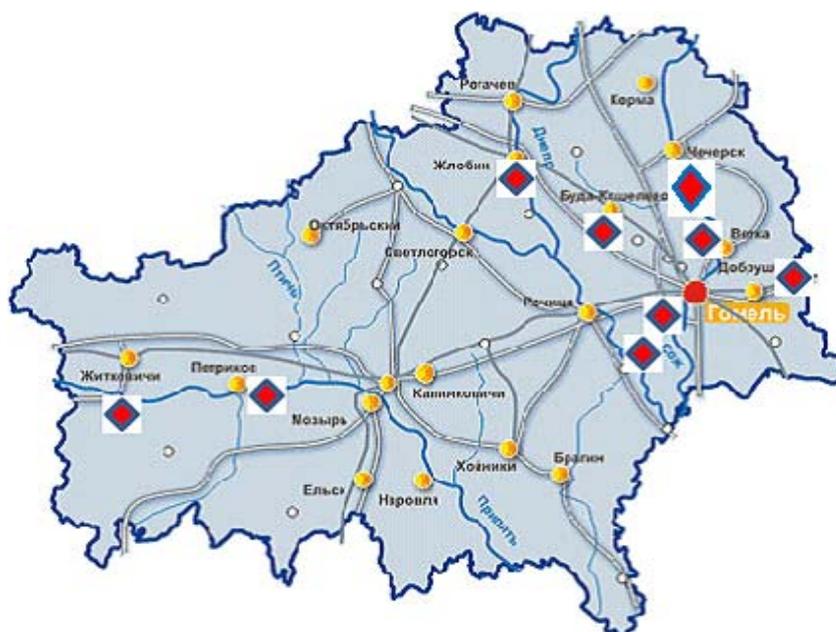


Рисунок 1 – Находки белозубки малой на территории Гомельской области (выделено ромбом)

Полученные результаты дают основания утверждать, что территория распространения и численность вида в юго-восточной части Беларуси увеличивается. Однако нельзя исключать и того, что белозубки на территории региона появились не в последнее десятилетие, а, возможно, были достаточно обычными и в прошлом веке. Отсутствие данного вида в териологических сводках отдельных регионов Беларуси и распространенное мнение об его редкости объясняется, по нашему мнению, в значительной степени, методической ошибкой при учете мелких млекопитающих: белозубку считали лесным видом. Наши исследования доказали: в современных условиях белозубка малая является *не лесным, а типичным луго-полевым видом* с ярко выраженной «тягой» к участкам с рудеральной растительностью и тенденцией к синантропизации. Данная тенденция наблюдается также и в Западной Европе [4].

Нет сомнений в том, что на широкое распространение белозубки малой в юго-восточной части Беларуси повлияло и смещение агроклиматических областей за последние десятилетия, а также появление новой наиболее теплой агроклиматической зоны (сумма температур более 2600°).

Кроме того, землеройка, в виду относительно малой численности ночных хищных птиц, не подвержена сильному прессу с их стороны. Данное обстоятельство является одним из факторов, положительно воздействующим на рост численности и дальнейшее распространение особей вида в регионе.

*Морфология и видовая диагностика.* Длина тела отловленных зверьков не превысила 67,5 мм, длина хвоста не более 36,5 мм. *Длина хвоста по отношению к длине тела* составила около 53,5% (limit 44,9–67,0), что подтверждает диагностическую ценность данного признака (у белобрюхой белозубки менее 50% [11]).

Средняя масса тела взрослых особей составила около 6,5 г (limit 5,25–8,44), что указывает на благоприятные условия для физиологического развития зверьков [8], [20].

Белозубки сравнительно *мало различались по окраске*: брюхо – однотонно серо-белое (ближе к серому), спина – темно-серая или серо-коричневая с рыжеватостью. Во всех случаях более темная окраска спины плавно переходит в более светлую брюха (рисунок 2), а в отдельных частях тела может быть размытой. Пятнистости не выявлено. Подбородок, как правило, заметно светлее брюха (лишь у одной особи он не отличался тоном). Тело взрослых особей несколько вальковатое.



Рисунок 2 – Окраска и промеры тела белозубки малой

*Кондилобазальная длина* варьирует в границах 15,2–17,2 мм (в среднем около 16,3), ширина черепа – 7,4–8,4 мм (в среднем около 8,0), что соответствует изменчивости данных характеристик в популяциях малой белозубки в Европе [10], [12], в том числе и на территории Польши [8]. Нельзя исключать, что промеры черепа отдельных особей могут иметь несколько большие параметры. Однако доля таких особей в популяциях незначительная.

*Высота моста предглазничного отверстия* во всех случаях больше чем его ширина (рисунок 3 А, слева). У особей *Cr. leucodon* ширина данного промежутка больше высоты.

*Угловой отросток нижней челюсти* слегка изогнут вверх (визуально хорошо диагностируется), имеет небольшое расширение на конце (рисунок 3 А, справа). У *Cr. leucodon*, напротив, угловой отросток – почти прямой.

*Передний и внутренний боковой края премоляра* подходят друг к другу под разными углами, более или почти равным  $90^\circ$  (рисунок 3 Б), но не образуют геометрически правильного тупого угла, характерного для особей *Cr. leucodon*. Можно выделить два морфологических варианта области соприкосновения указанных поверхностей:

- при угле более  $90^\circ$  – округлая (рисунок 3 Б, слева);
- при угле почти равным  $90^\circ$  плоскостная вырезка (рисунок 3 Б, справа).

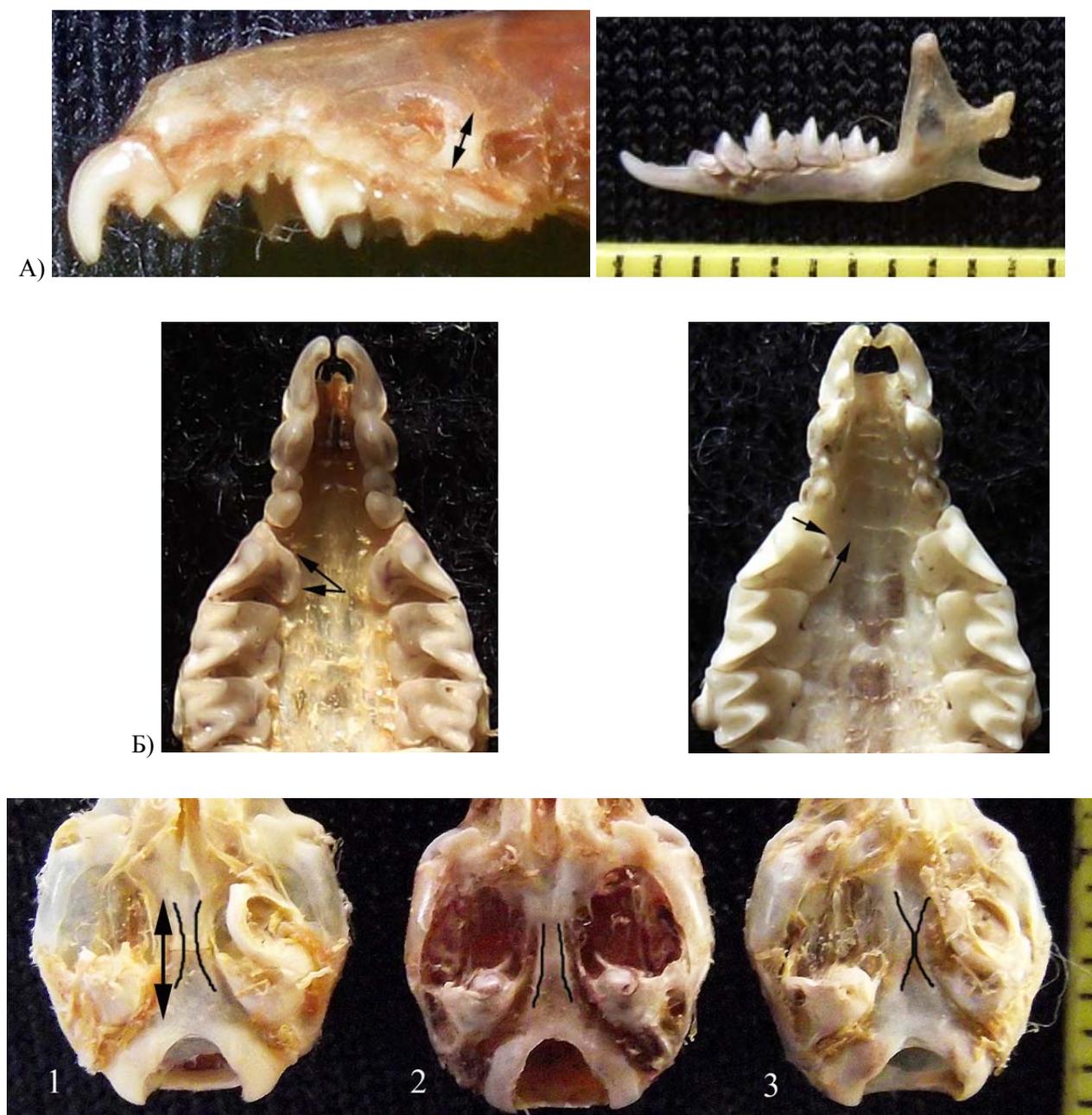
Данные морфологические варианты не связаны с возрастом зверьков. Встречаются особи, у которых на одной стороне челюсти □ морфология премоляра первого варианта, а на другой стороне второго. Оба варианта зарегистрированы у белозубки малой с частотой приблизительно как 1 : 2.

*Клиновидно-затылочный мост* (костная поверхность между слуховыми барабанами) имеет хорошо диагностируемые линии возвышений. Варианты их изменчивости:

- сужаются в центральной части, но не пересекаются (рисунок 3 В, 1);
- от затылочной части к клиновидной кости постепенно сужаются (рисунок 3 В, 2);
- сужаются в центральной части и пересекаются в виде буквы «Х» (рисунок 3 В, 3).

Данные варианты не имеют возрастных особенностей и зарегистрированы с частотой приблизительно как 2 : 1 : 10.

Из 34 отловленных особей олигодонтия выявлена у двух (5,9%). Причем, оба зверька с уменьшенным количеством зубов пойманы на поле у городского полигона ТБО [3]. В этой связи представляется актуальным дальнейшее изучение группировки малой белозубки, обитающей в условиях повышенного химического загрязнения. Уместно заметить, что у особей белогрудого ежа (*Erinaceus concolor*), пойманных близ данного полигона, зарегистрированы



B)

Рисунок 3 – А – верхняя (указана высота моста предглазничного отверстия) и нижняя челюсти, Б – предкоренной зуб, В – клиновидно-затылочный мост (возвышения прорисованы)

Морфология черепа малой белозубки юго-востока Беларуси

□

остеопороз предчелюстной кости (крайне редкая форма патологий у насекомоядных млекопитающих) и возрастание частоты встречаемости некоторых других патологий [21].

**Заключение.** В течение последнего десятилетия белозубка малая стала обычным представителем микротериофауны юго-востока Беларуси, и, по-видимому, всей южной части страны. Об этом свидетельствует и недавняя находка землеройки в Припятском Полесье [22]. Учитывая факт поимки *Cr. suaveolens* намного севернее (в складских помещениях Санкт-Петербурга [5]), следует полагать, что данная землеройка имеет гораздо более значительную область распространения в Беларуси, нежели представляется в настоящее время. Более того, отсутствие в стране комплексных исследований микротериофауны различных регионов и является главной причиной «редкости» зверька. Можно предположить дальнейшее расширение территории распространения белозубки малой в Беларуси в ближайшее

десятилетие. Полученные результаты дают основание считать нецелесообразным дальнейшее нахождение *Cr. suaveolens* в Приложении Красной книги.

Основными факторами, способствующими широкому расселению особей данного вида, являются:

- появление на юге страны новой наиболее теплой агроклиматической зоны;
- большая площадь заброшенных, захламленных территорий, примыкающих к сельскохозяйственным угодьям и жилым деревянным постройкам частного сектора;
- наличие большого количества полигонов и мини-полигонов;
- слабое трофическое воздействие со стороны хищных птиц и млекопитающих;
- наличие широкой стабильной пищевой базы [3].

Особи *Cr. suaveolens*, обитающие на юго-востоке страны, имеют сравнительно мелкие размеры, но являются достаточно упитанными. В окраске шерсти спины доминируют серо-коричневые тона, брюха – серые. Между окраской спины и брюха нет резкого перехода. Некоторые краниологические характеристики консервативны (высота моста предглазничного отверстия больше ширины, форма углового отростка), другие изменчивы (форма премоляра, линии возвышений клиновидно-затылочного моста).

Белозубка малая относится к числу обычных видов микротериофауны Гомеля. В этой связи, особенно с учетом ее проникновения в жилые постройки, она может являться реальным опасным источником целого ряда вирусных, бактериальных и других природно-очаговых инфекций. Поэтому группировка обитающей в городе малой белозубки должна быть исследована санитарно-эпидемическими службами на роль в носительстве инфекции.

### Литература

1. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя, 2004. – С. 317.
2. Саварин, А.А. О статусе белозубки малой (*Crocidura suaveolens* Pallas, 1811) на юго-востоке Беларуси / А.А. Саварин // Веснік Магілеўскага дзярж. ун-та імя А.А. Куляшова. – 2008. – № 1(29). – С. 182–186.
3. Саварин, А.А. Морфометрические и краниологические особенности белозубки малой (*Crocidura suaveolens*) юго-востока Беларуси / А.А. Саварин // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2009. – № 2. – С. 50–54.
4. Jentzsch, M. Distribution of the Lesser White-toothed Shrew *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) in Saxony-Anhalt / M. Jentzsch, M. Trost // Hercynia N.F. – 2008. – Bd. 41. – S. 135–141.
5. Gorbunova, I.M. The finding of *Crocidura suaveolens* in Saint Petersburg / I.M. Gorbunova, K.A. Tretyakov // Russian J. Theriol. – 2009. – № 2. – P. 115–116.
6. Черноусова, Н.Ф. Новая синантропная популяция *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) на Урале и ее роль в природно-очаговой инфекции геморрагической лихорадки с почечным синдромом / Н.Ф. Черноусова, О.В. Толкачев // Известия Челябинского научного центра. – 2006. – Вып. 3(33). – С. 95–100.
7. Саварин, А.А. К вопросу об источниках природно-очаговых заболеваний в Гомеле (эколого-фаунистический аспект) / А.А. Саварин, В.А. Саварина // Итоги полевого сезона 2010: материалы I регион. науч. зоол. конференции, 11 декабря 2010 г. / УО «БрГУ имени А.С. Пушкина»; редкол.: В.Е. Гайдук [и др.]. – Брест : Альтернатива, 2011 – С. 26–29.
8. Huminski, S. Note on *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811) from Poland / S. Huminski, I. Wojcik-Migala // Acta Theriol. – 1967. – Vol. XII, № 32. – P. 168–171.
9. Vogel, P. The correct name, species diagnosis, and distribution of the Sicilian shrew / P. Vogel, R. Hutterer, M. Sara // Bonn. zool. Beitr. – 1989. – Bd. 40. – H. ¾. – S. 243–248.
10. Емельянов, И.Г. Диагностика малой и белобрюхой белозубок (Soricidae) / И.Г. Емельянов, И.В. Жежерин // Вестник зоологии. – 1990. – № 4. – С. 39–45.
11. Coskun, Tez. Taxonomy and distribution of white-toothed shrews (*Crocidura*) (Soricidae: Insectivora: Mammalia) of Turkey / Tez. Coskun // Turk. J. Zool. – 2000. – B. 24. – P. 365–374.
12. Murariu, D. The species of the genus *Crocidura* Wagler, 1832 (Mammalia: Insectivora) from Romania / D. Murariu // Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa». – 2001. – Vol. XLIII. – P. 333–338.

13. Contoli, L. Towards a polydromic diagnostic key of Italian *Crocidura* species (Mammalia, Soricidae) / L. Contoli // *Atti Mus. civ. Stor. nat. Morbegno*. – 2002. – № 13. – P. 83–97.
14. Новиков, В. Л. Заметки о млекопитающих Чечерского района Гомельского округа БССР / В. Л. Новиков // *Изв. Горского пед. ин-та*. – 1929. – Т. 6. – С. 229–238.
15. Каштальян, А.П. Материалы по видовому составу и географическому распространению землероек Беларуси / А.П. Каштальян // *Биология насекомоядных млекопитающих: тезисы докладов междунар. конф., Кемерово, 25–28 октября 1999 г.* / Кемеровский гос. ун-т; редкол.: В.Н. Большаков [и др.]. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 1999. – С. 53.
16. Гащак, С.П. Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження / С.П. Гащак, Д.О. Вишневіський, О.О. Заліський. – Славутич : Вид-во Чорнобильського центру з проблем ядерної безпеки, радіоактивних виходів та радіоекології, 2006. – С. 59.
17. Кучмель, С.В. Степень изученности видового состава наземных млекопитающих Полесского ГРЭС / С.В. Кучмель // *Актуальные проблемы экологии: материалы I Междунар. конф., 6–8 октября 2004 г.* / Гродненский гос. ун-т; редкол.: Н.П. Канунникова [и др.]. Гродно : УО «ГрГУ», 2005. – С. 41–44.
18. Шварц, Е.А. Мелкие наземные млекопитающие заповедника «Брянский лес» / Е.А. Шварц, Е.Н. Коршунова, О.А. Хейфец, П.В. Воеводин // *Вестник зоологии*. – 1997. – № 3. – С. 25–32.
19. Шешурак, П.Н. Животные как объекты охоты кошки домашней (*Felis catus* Linnaeus, 1758) в Черниговской области (Украина) / П.Н. Шешурак, А.С. Вобленко, Б.Ю. Кедров, А.Г. Громова // *Природничий альманах. Сер. біологічні науки*. – 2012. – № 16. – С. 183.
20. Межжерин, В.А. Сезонно-возрастные изменения черепа и массы тела малой белозубки / В.А. Межжерин, С.А. Киричук // *Вестник зоологии*. – 1988. – № 3. – С. 36–40.
21. Саварин, А.А. Особенности патологий черепа белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838), обитающего у городской свалки твердых бытовых отходов / А.А. Саварин // *Вестник Мордовского ун-та*. – 2008. – № 2. – С. 102–105.
22. Домбровский, В.Ч. Видовой состав и численность мелких млекопитающих в естественных и трансформированных местообитаниях Припятского Полесья / В.Ч. Домбровский, Н.Н. Яковец // *Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы науч.-практич. конф., Минск, 2009 г.: в 2 ч.* / ГНПО «Научно-практический центр НАНБ по биоресурсам»; редкол.: М.Е. Никифоров [и др.]. – Минск : ООО «Мэджик» ИП Вараксин, 2009. – Ч. 1. – С. 102–105.

УДК: 663.2.032:546.36+42

## Применение ГИС-технологий для прогнозирования радиоактивного загрязнения травостоя пойменных экосистем

Т.А. ТИМОФЕЕВА

Предлагаются способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных угодий  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для частичного или выборочного использования поймы с учетом плотности загрязнения почвы и действия геохимических барьеров (участков, в силу каких-либо геохимических особенностей, аккумулирующих повышенные концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ). В качестве инструмента для решения радиоэкологических задач и задач, связанных с сельскохозяйственным производством на загрязненных радионуклидами пойменных угодьях, предлагается использовать пространственно-распределенные базы данных и ГИС-технологии. Основу работы составляет анализ более 306 проб растений, 186 проб почвы, 18 проб воды. На исследуемом участке заложены 2 ландшафтных профиля. Структурно-функциональные части охарактеризованы 24 точками комплексного описания со съемкой географических координат и высот над уровнем моря при помощи спутникового персонального навигатора Garmin GPS12 XL.

**Ключевые слова:** экосистема поймы, биогеохимические барьеры, радионуклиды.

The article analyzes preferable forecasting methods to forecast  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  contamination rates in herbage on overflowed meadows, so that the contaminated lands could be utilized partially on a selective base, depending on the density of soil contamination and activity of geochemical barriers (certain parts of meadow lands which under their geochemical characteristics are inclined to accumulate increased  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  concentrations). As a tool to meet radioecological objects and solve numerous problems related to farm production on contaminated overflowed lands, it is suggested to use geographically dispersed databases and modern GIS technologies. Basis of work is the analysis of more than 306 tests of plants, 186 tests of ground makes, 18 tests of water. On an investigated site 2 landscape structures are laid. Structurally functional parts are characterized by 24 points of the complex description with shooting geographical coordinates and heights above the sea level by means of satellite personal navigator Garmin GPS12 XL.

**Key words:** ecosystem of floodplain, biogeochemical barriers, radionuclides.

**Введение.** Наиболее точная оценка миграционно-аккумулятивных возможностей пойменной экосистемы по отношению к  $^{137}\text{Cs}$   $^{90}\text{Sr}$  может быть сделана на основе учета вероятности поверхностного перераспределения радионуклидов и поступления их в воды поверхностного стока в связи с геоморфологическими и литологическими условиями, вероятности поступления их в грунтовый сток в связи с условиями гидрологического режима, возможности дефляционного перемещения веществ, аккумуляции радионуклидов в связи с сорбционными свойствами почв и наличием биогеохимических барьеров [1]. Геоморфологические процессы оказывают наиболее активное влияние на дифференциацию экосистем, в том числе и за счет формирования скульптуры земной поверхности. Роль рельефа особенно актуальна для пойменных экосистем Полесья в условиях техногенного загрязнения радионуклидами. Поэтому приоритетным направлением исследований на загрязненных радионуклидами пойменных землях является комплексная оценка на уровне экосистемы с учетом геоморфологических (рельефных) условий и обязательным выделением структурных частей (фациальных элементов).

Оптимальным методом выделения структурных частей пойменной экосистемы, а также пространственной оценки распределения радионуклидов с учетом рельефных особенностей является построение рельефных карт с использованием ГИС-технологий на основе топографической съемки географических координат и высот над уровнем моря и последующим наложением полей радиоактивного загрязнения. ГИС-технологии объединяют традиционные операции при работе с базами данных, такими, как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, который предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других

информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира. В связи со сложностью и комплексностью проблемы оценки радиозоологической ситуации на территориях, загрязненных радионуклидами в Республике Беларусь, актуальным является вопрос применения геоинформационных систем как мощного инструмента для моделирования, управления базами данных и визуализации результатов [1], [2].

В качестве объекта исследований нами выбран один из наиболее загрязненных участков поймы р. Сож, расположенный в окрестностях д. Новоселки и д. Радуга Ветковского района Гомельской области. Ветковский район выбран вследствие максимальной площади загрязнения аллювиальных почв в Гомельской области, на которых необходимо более детальное исследование для определения путей оптимизации использования как кормовой базы для животноводства. Долина р. Сож характеризуется высокой степенью радиоактивного загрязнения начиная от г. Кричева на севере и до г. Гомеля на юге. По рельефным особенностям пойменная экосистема приравнивается к низменному типу ландшафтов и включает, соответственно, аллювиально-террасированный и пойменный ПТК. В зону исследований, кроме радионуклидов первоначальных выпадений, речными водами привносятся радиоактивные вещества практически со всей загрязненной долины на протяжении года и в период паводков и половодий при затоплении поймы.

До настоящего времени наблюдаются превышения допустимых уровней загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в молоке частного сектора по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в данных населенных пунктах, где выпас КРС происходит на пойме [1].

**Материал и методика исследований.** Методологическую основу исследования составляет теория биогеохимической структуры природной экосистемы и геохимических барьеров. С помощью сопряженного анализа выделены геохимические и биогеохимические барьеры и дана оценка миграции  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в компонентах экосистемы (почве, наземном покрове, воде). На основе созданной в ходе исследования базы данных построена серия карт с использованием ГИС-технологий. Использованы методы: спектрометрический, радиохимический, инфракрасной спектроскопии и агрохимический. Фактический материал обработан с использованием математической статистики. Использован метод ландшафтного профилирования, для выделения структурно-функциональных частей ландшафтных профилей при заложении точек комплексного исследования проведена съемка географических координат и высот над уровнем моря при помощи персонального спутникового навигатора Garmin GPS 12 XL. На исследуемом участке заложены 2 ландшафтных профиля (рисунок 1). Структурно-функциональные части охарактеризованы 24 точками комплексного описания. Использовались пробы почв (186), растений (306), вод (18), собранные в 2000–2007 гг.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Колебания относительных высот в пойме определяет выделение структурных частей с дифференциацией биогеохимических условий и, соответственно, почвенно-растительного покрова (рисунок 2, 3) [1], [4].

На объекте исследования выделен аллювиально-террасированный ПТК Н-класса, слабодренированный, с широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, временно избыточно увлажняемых почвах, представленный первой надпойменной террасой и пойменный ПТК Н-Fe класса, разной степени дренированности с долгопойменными заливными лугами и сырыми лугами низкого уровня на дерново-глеевых, дерново-глееватых и торфяных почвах. В пределах поймы выделены приусловая пойма (отмель Т. 1, 10, 14, вал Т. 2, 11, 15, 16), старица (Т. 17 на границе приусловой и центральной поймы), центральная пойма (повышенная Т. 5, 6, 18, 21 и пониженная части Т. 4, 19, 20, 22), притеррасная пойма Т. 7, 23, также исследования проводились на первой надпойменной террасе Т. 8, 9, 24 (рисунок 1).

Приусловая отмель опытного участка представлена аллювиальными дерново-глееватыми песчаными почвами и аллювиальными слаборазвитыми песчаными почвами, развивающимися на рыхлых песках, занятых ивовым кустарником средней густоты [3].

На приусловом валу произрастают долгопойменные заливные луга на аллювиально-дерново-глеевых почвах с преобладанием разнотравно-злаковой ассоциации.

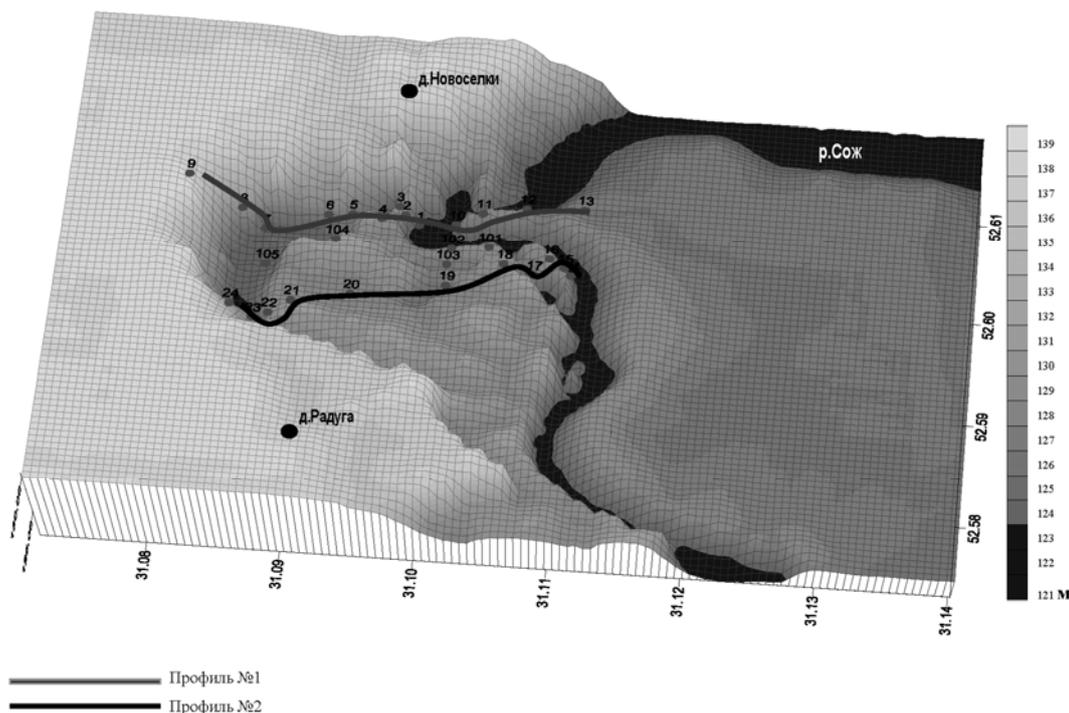


Рисунок 1 – Карта-схема рельефа объекта исследования

Фациальный элемент экосистемы центральная пойма занимает обширные пространства и имеет сложный комплексный почвенный покров. Это связано с особенностями рельефа и характером увлажнения. Абсолютные отметки поверхности: 123–125 м на пониженных участках и старице, 126–127 м – на грядах центральной поймы. Здесь отлагаются более тонкие взмученные частицы. В зависимости от характера весеннего половодья почва центральной части поймы состоит из слоистых и зернистых аллювиальных отложений. Зернистая пойма образуется в понижениях и старицах, где паводковые воды медленно протекают и надолго застаиваются (до 3 месяцев). Долгопойменные заливные луга характерны для старицы с аллювиальной дерново-глеевой супесчаной почвой и представлены осоковой ассоциацией.

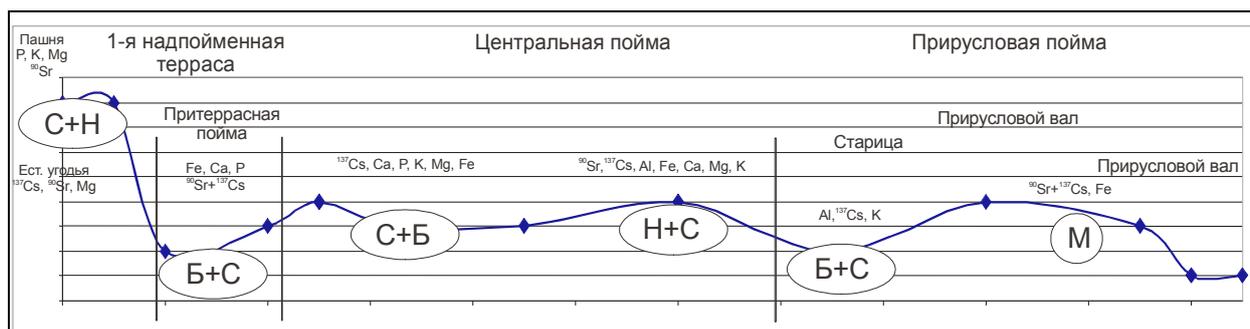
Сырые луга низкого уровня с аллювиальной дерново-глеевой почвой и болота с торфяной почвой, представленные разнотравно-осоковой ассоциацией, относятся к понижениям центральной поймы. На поверхности понижений центральной поймы остается слой илистых частиц, богатых органическим веществом. При подсыхании этот слой растрескивается на отдельные части. Накапливаясь из года в год, такой наилок создает значительный слой зернистой массы, богатой органическим веществом и элементами минерального питания. В силу этого почвы зернистой поймы отличаются высоким плодородием, обеспечивающим развитие ценных луговых трав [6], [7].

На повышениях центральной поймы, где паводковые воды текут быстро, откладывается грубый песчаный пылеватый материал, который при ослаблении разлива перекрывается впоследствии слоями более тонких наносов. При таком характере паводка образуется слоистая пойма. Часто такая пойма, вследствие размывов и переотложения аллювиальных наносов, имеет рельеф, где ложбинообразные понижения чередуются с более возвышенными вытянутыми гривами. Для верхних частей склонов грив, которые затапливаются непродолжительное время и в которых уровень грунтовых вод глубок, характерны долгопойменные заливные луга с аллювиальными дерново-глееватыми почвами, представленные разнотравно-злаково-бобовой ассоциацией.

Притеррасная пойма занимает наиболее низкое положение и характеризуется абсолютными отметками 122–124 м. К данному фациальному элементу приурочены сырые луга

низкого уровня и кустарники на аллювиально-дерново-глеевой песчаной с погребенным торфом и торфяной мощной почвой и представлены разнотравно-хвощево-осоковой ассоциацией и кустарником ивняково-ольховым средней густоты. Здесь обычно застаиваются взмученные воды с тонким глинистым материалом. Частично поступают грунтовые воды с террас, поэтому притеррасная пойма характеризуется избыточным увлажнением. Выделение геохимических и биогеохимических барьеров в пределах пойменной экосистемы обусловлено дифференциацией почвенно-растительного покрова (агрохимических условий почвы и выноса химических элементов травостоем).

В пойме выделены: механический барьер на прирусловом валу (обусловленный резким переходом от песчаных к супесчаным почвам на границе прирусловой и центральной пойм с накоплением Fe); биогенный (с высоким выносом химических элементов растительным покровом) и сорбционный, обусловленный высоким содержанием физической глины и аккумуляцией Al и K в почве на старице; биогенный барьер, связанный с высокой гумусированностью и аккумуляцией K, Ca, P, Fe и Mg на пониженных участках центральной поймы; сорбционный и нейтральный геохимические барьеры на повышениях центральной поймы связанные с нейтральной реакцией почвенного покрова, повышенным содержанием Ca и сорбцией K, Fe, Al и Mg; сорбционный на притеррасной пойме с повышенной аккумуляцией Ca, P, Fe (в 2,3, 1,5. и 3–8 раз выше среднего по профилям); сорбционный и нейтральный геохимические барьеры с высоким содержанием физической глины (11–12%) и близкой к нейтральной величиной pH на первой надпойменной террасе с высокой обеспеченностью P, K, Mg (в 2, 2,2 и 1,2 выше средних показателей) (рисунок 2) [1], [2].



Примечание: М. – механический барьер, Б – биогенный (биогеохимический) барьер, С – сорбционный барьер, Н – нейтральный или кальциевый барьер

Рисунок 2 – Геохимические и биогеохимические барьеры ландшафтного профиля пойменной экосистемы

Данное исследование показывает возможность наиболее оптимального использования кормовых угодий в пределах поймы при отсутствии материальных средств для проведения агромелиоративных мероприятий, что позволит экономить бюджетные средства и способы прогнозирования загрязнения травостоя радионуклидами. Предлагаются способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных земель <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr для частичного или выборочного использования поймы с учетом плотности загрязнения почвы и действия геохимических барьеров (участков, в силу каких-либо геохимических особенностей, аккумулирующих повышенные концентрации <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr). Только на рельефной карте можно точно выделить структурный элемент поймы, определить наличие геохимических барьеров и, зная предельную плотность загрязнения почвы, рассчитать прогнозное значение радиоактивного загрязнения травостоя.

Рельефные карты плотности загрязнения почвенного покрова объекта исследования, созданные на основе ГИС-технологий и результатов топографической съемки GPS-навигатором, определили особенности дифференциации плотности загрязнения, которые заключаются в сочетании фоновых и аномальных зон. При этом фоновыми считаются

участки с уровнями загрязнения, близкими к средним официальным данным по  $^{137}\text{Cs}$  18–555кБк/м<sup>2</sup> и 5,5–18,5 по  $^{90}\text{Sr}$  (рисунки 3, 4).

Повышенные уровни радиоактивности обусловлены накоплением  $^{137}\text{Cs}$  в на локальных геохимических барьерах, пониженные (отмель) – промывным режимом и слабой задернованностью почвенного покрова [1], [3], [7]. Оценка горизонтального распределения  $^{137}\text{Cs}$  по профилю поймы показала, что максимальные концентрации в почвенном покрове приурочены к сорбционному барьеру старицы (26% от суммарной по профилям), где установлена прямая линейная зависимость между сорбцией  $^{137}\text{Cs}$ , почвенным покровом и содержанием физической глины ( $r=0,97$ ),  $\text{K}_2\text{O}$  ( $r=0,66$ ), величиной Нг (0,92) и Сгк ( $r=0,68$ ) в почве. На сорбционном и нейтральном барьерах повышений центральной поймы (17%) и первой надпойменной террасы (17%) за счет высокого содержания физической глины ( $r=0,76$ ), величины Нг( $r=0,72$ ) и рН (0,97). Повышенным накоплением  $^{90}\text{Sr}$  в почвенном покрове поймы р. Сож характеризуется первая надпойменная терраса (33% от суммарной активности почвы), где радиостронций аккумулируется на сорбционном и нейтральном барьерах. Сорбцию определяет близкий к нейтральному рН ( $r=0,78$ ), Нг( $r=0,88$ ), обменный Са ( $r=0,96$ ) и гумус ( $r=0,97$ ) в почве. На сорбционном барьере притеррасной поймы накапливается 28%  $^{90}\text{Sr}$  по профилям за счет суммы поглощенных оснований ( $r=0,83$ ) и степени насыщенности основаниями ( $r=0,94$ ). Повышенные участки центральной поймы аккумулируют 17%  $^{90}\text{Sr}$  на сорбционном и нейтральном барьерах за счет высокого содержания гумуса ( $r=0,67$ ) и степени насыщенности основаниями почвы ( $r=0,77$ ). Оценка вертикальной миграции  $^{137}\text{Cs}$  по почвенным разрезам поймы показала накопление изотопа, преимущественно в гумусовом и иллювиальном горизонтах (до 98%). Вертикальная дифференциация  $^{90}\text{Sr}$  отличается большей интенсивностью по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$ . На первой надпойменной террасе и на повышении центральной поймы в гумусовом горизонте отмечено 70–90% активности.

На понижениях центральной поймы и на прирусловой пойме в горизонтах  $A_1$  и  $A_{1g}$  сконцентрировано 40–60%  $^{90}\text{Sr}$  [1], [4].

Рассчитанный запас содержания радионуклидов по годам и сезонам в травостое на единицу площади для каждой части поймы определил суммарный запас радионуклидов в травостое, а также суммарный вынос с урожаем трав. Также определено оптимальное количество стравливания травы скоту и укосов (Бк/м<sup>2</sup>). Максимальный запас  $^{137}\text{Cs}$  в растительном покрове приурочен к биогеохимическим барьерам старицы (56 % от суммарного по профилям, в среднем 1200 Бк/м<sup>2</sup>, что обусловлено высокой биомассой и удельной активностью осоковых ассоциаций) и притеррасной поймы (15% или 400Бк/м<sup>2</sup>). Высокий запас  $^{137}\text{Cs}$  в травостое притеррасной поймы при низкой плотности загрязнения обусловлен высокой биомассой осоковых ассоциаций. Установлена обратная линейная зависимость между содержанием  $^{137}\text{Cs}$  в травостое и содержания  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и величиной Сгк/Сфк и V в почвенном покрове. Максимальным КП  $^{137}\text{Cs}$  характеризуется ивовый кустарник прирусловой отмели за счет низких агрохимических показателей данного структурного элемента, осоковые и розоцветные ассоциации притеррасной поймы из-за переувлажненности территории.

Установлено, что в засушливые годы удельная активность и запас  $^{137}\text{Cs}$  в травостое снизились в 1,5–1,7 раза по сравнению с более влажными. К концу вегетационного периода наблюдалось повышение запаса  $^{137}\text{Cs}$  на старице, притеррасной и центральной поймах (понижения) за счет переувлажнения почвенного покрова и повышения биомассы. Максимальный запас  $^{90}\text{Sr}$  в травостое приурочен к первой надпойменной террасе. Он составляет 22–25% от суммарного запаса по профилям или 40 Бк/м<sup>2</sup> за счет высокой удельной активности травостоя. Влияние на переход  $^{90}\text{Sr}$  оказывают величина рН, Нг, Сгк, содержание Са, гумуса и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в верхних почвенных горизонтах. Максимальным КП  $^{90}\text{Sr}$  характеризуется ивовый кустарник прирусловой поймы, бобовые повышенных участков центральной поймы [3], [7]. Радиоактивное загрязнение растительного покрова поймы реки Сож обусловлено, прежде всего, загрязнением почвенного покрова.

Проведением интерполяции данных по графикам зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя можно рассчитать прогноз радиоактивного загрязнения травостоя для каждого структурного элемента пойменной экосистемы.

На рельефной карте (рисунки 3, 4) определяется структурный элемент пойменной экосистемы и его плотность загрязнения.

Далее по графикам зависимости между удельной активностью почвы и наземного покрова (рисунки 5, 6) для данного структурного элемента прогнозируется удельная активность травостоя.

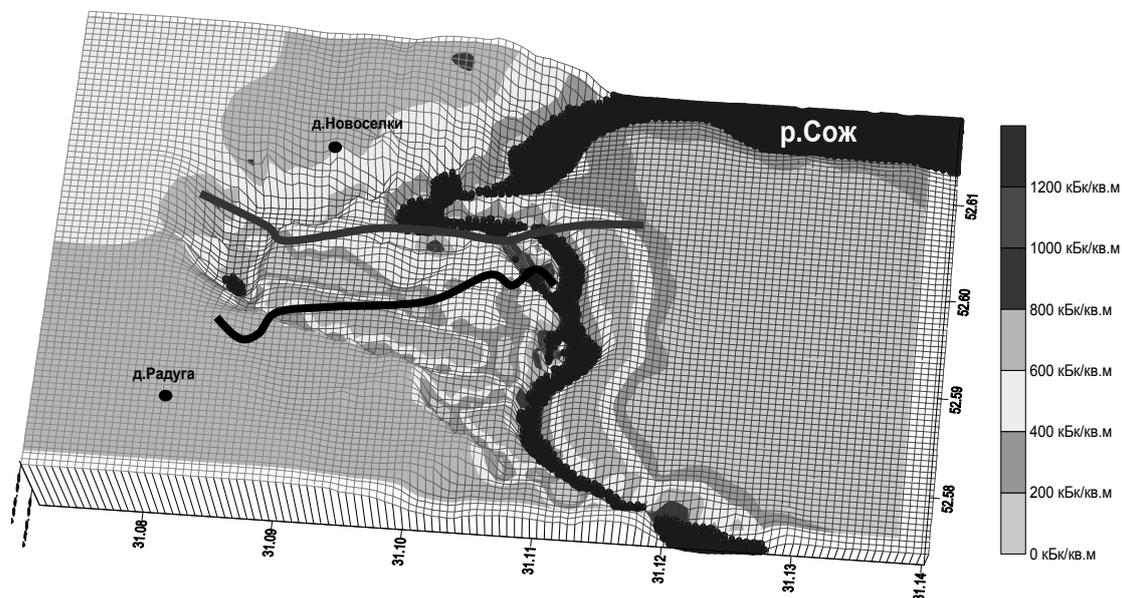


Рисунок 3 – Рельефная карта-схема плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  почвенного покрова объекта исследования.

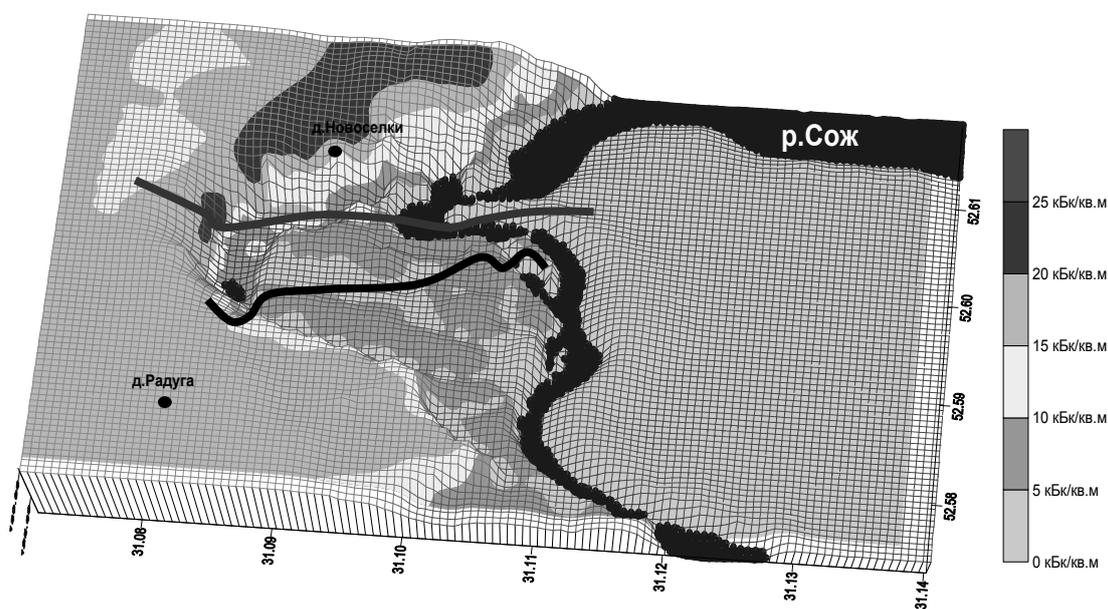
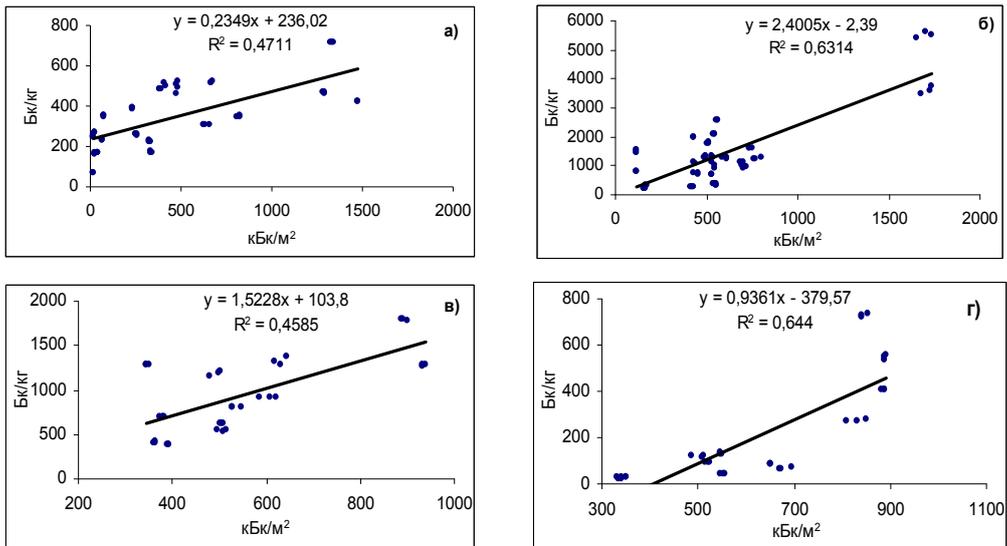


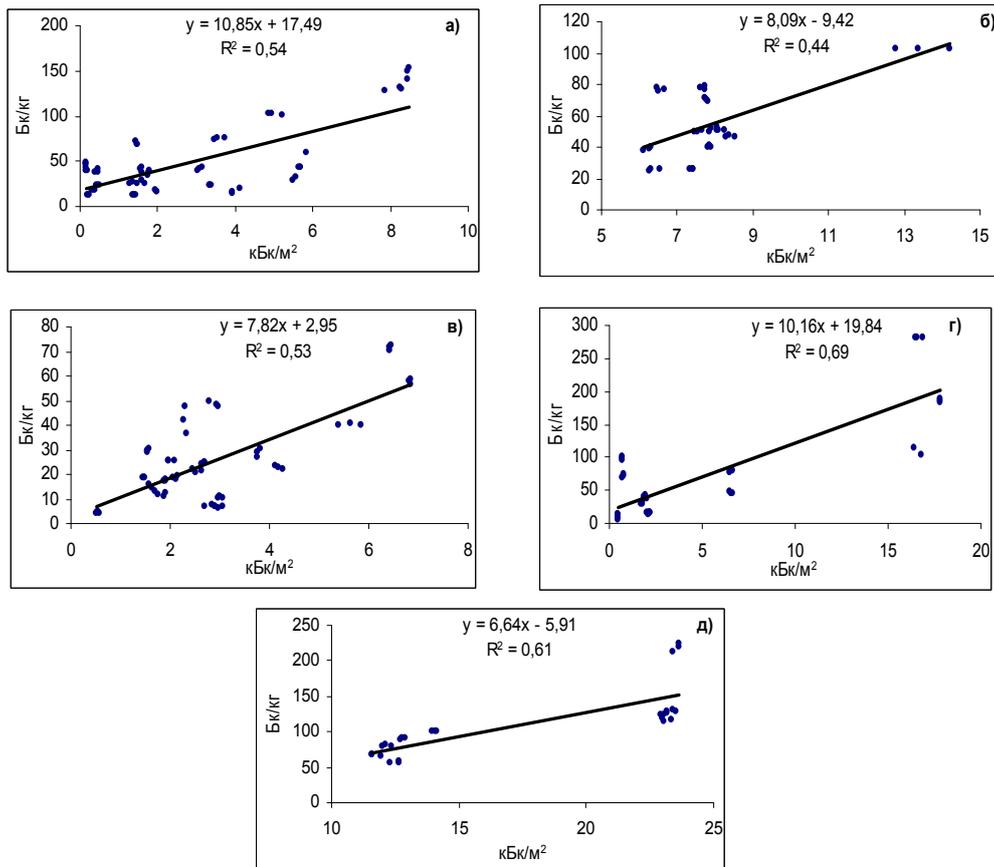
Рисунок 4 – Рельефная карта-схема плотности загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  почвенного покрова объекта исследования

Таким образом, по результатам определения зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя определены предельные плотности загрязнения почвенного покрова, при которых возможно получение кормов для животноводства, соответствующих РДУ-99 для каждого структурного элемента пойменной экосистемы без проведения агромелиоративных мероприятий (Таблица 1). Данные результаты могут быть использованы для анализа, оценки и прогнозирования радиационной ситуации для аналогичных участков поймы р. Сож [5].



Примечание: а) прирусловая пойма; б) понижения центральной поймы и старица; в) повышения центральной поймы; г) первая надпойменная терраса

Рисунок 5 – Зависимость между удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  почвы и наземного покрова



Примечание: а) прирусловая пойма; б) повышения центральной поймы в) понижения центральной поймы и старица повышения центральной поймы; г) притеррасная пойма; д) первая надпойменная терраса

Рисунок 6 – Зависимость между плотностью загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  почвы и удельной активностью наземного покрова

Таблица 1 – Предельные плотности загрязнения почвенного покрова, при которых возможно получение кормов для животноводства, соответствующих РДУ-99 для каждого структурного элемента пойменной экосистемы.

Фациальный элемент	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	Общие рекомендации
Для производства молока цельного и мяса			Рекомендуется проведение только первого укоса (при использовании в качестве сенокоса) и не более двух стравливаний на пастбище. Нецелесообразно использовать в качестве сенокосов и пастбищ старицы и притеррасную пойму из-за высокого радиоактивного загрязнения (как <sup>137</sup> Cs, так и <sup>90</sup> Sr), заболоченности, закустаренности и произрастания на ней осоковых ассоциаций, не пригодных для корма скота, а также прирусловой отмели
Пониженные участки центральной поймы	до 550 Бк/м <sup>2</sup>	до 33 Бк/м <sup>2</sup>	
Повышенные участки центральной поймы	до 800 Бк/м <sup>2</sup>	до 33 Бк/м <sup>2</sup>	
Прирусловой вал	до 1500 Бк/м <sup>2</sup>	до 22 Бк/м <sup>2</sup>	
Первая надпойменная терраса	до 900 Бк/м <sup>2</sup>	до 40 Бк/м <sup>2</sup>	
Для получения молока сырья			
Пониженные участки центральной поймы	до 770 Бк/м <sup>2</sup>	до 111 Бк/м <sup>2</sup>	
Повышенные участки центральной поймы	до 1147 Бк/м <sup>2</sup>	до 111 Бк/м <sup>2</sup>	
Первая надпойменная терраса	до 1480 Бк/м <sup>2</sup>	до 111 Бк/м <sup>2</sup>	

В будущем будут усовершенствованы способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных угодий <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в зависимости от рельефных особенностей структурных частей пойменного ландшафта и плотности загрязнения почвы с применением ГИС-технологий. Планируется разработать программный продукт, который позволит автоматизировать прогноз радиоактивного загрязнения травостоя в поймах. Входным информационным полем будут данные плотности загрязнения почвы, высота над уровнем моря, структурный элемент поймы, тип почвы, вид растительности, урожайность, наличие геохимических барьеров.

Прогнозные рельефные карты загрязнения травостоя пойменных угодий <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr будут автоматизировано составляться на основе баз данных с вышеперечисленной информацией для получения возможности выбора «чистых» участков для выпаса скота и сенокосения, на которых возможно получение зеленых кормов, соответствующих РДУ 99. Данная автоматизированная система прогноза может быть применена для всех районов Гомельской области, имеющих угодья в пойме р. Сож, где наблюдаются превышения РДУ в молоке в частных подворьях, необходимо будет только изменить входные параметры информационных полей.

**Заключение.** Данное исследование показывает возможность наиболее оптимального использования кормовых угодий в пределах поймы при отсутствии материальных средств для проведения агромероприятий, что позволит экономить бюджетные средства и способы прогнозирования загрязнения травостоя радионуклидами. Предлагаются способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных земель <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr для частичного или выборочного использования поймы с учетом плотности загрязнения почвы и действия геохимических барьеров. Проведением интерполяции данных по графикам зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя рассчитан прогноз радиоактивного загрязнения травостоя для каждого структурного элемента пойменной экосистемы. Определены предельные плотности загрязнения почвенного покрова, при которых возможно получение кормов для животноводства, соответствующих РДУ-99 для каждого структурного элемента пойменной экосистемы без проведения агромероприятий. Данные результаты могут быть использованы для анализа, оценки и прогнозирования радиационной ситуации для аналогичных участков поймы р.Сож. Планируется разработать программный продукт, который позволит автоматизировать прогноз радиоактивного загрязнения травостоя в поймах.

**Литература**

1. Богдевич, И.М. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь/ Под. ред. проф. И.М. Богдевича [и др.]– Минск : Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ, Комитет по проблемам Чернобыльской катастрофы при СМ РБ, 2008. – 73 с.
2. Чертко, Н.К. Влияние эколого-геохимической обстановки Беларуси на здоровье населения / Н.К. Чертко, А.В. Таранчук, П.В. Жумарь и др. //Экологическая антропология. Ежегодник. – Минск : Белорусский комитет «Дети Чернобыля», 2003.– С.21–25.
3. Сапегин, Л.М. Математическое моделирование динамики продуктивности луговой экосистемы/ Л.М. Сапегин, В.И. Мироненко, Н.М. Дайнеко, С.П. Жогаль // Весці НАН Беларусі. Сер. Біял. Навук. – 2006. – № 1. – С. 31–35.
4. Дайнеко, Н.М. Структура и динамика луговых агроэкосистем (на примере сеяных лугов Белорусского Полесья.): монография/ Н.М. Дайнеко; Гомельский госуд. ун-т им.Ф.Скорины. – Гомель : ГГУ им.Ф. Скорины, 2006.–316 с.
5. Тимофеев, С.Ф. Предложения по рациональному использованию пойменных лугов в зависимости от ландшафтно-геохимических условий на территории радиоактивного загрязнения Ветковского района.– Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2006.–27 с.
6. Ильязов, Р.Г., Опыт преодоления последствий Чернобыльской катастрофы в животноводстве в республике Беларусь / Ильязов Р.Г., Аверин В.С. // Проблемы радиэкологии и агроэкологии: Доклады науч.-практ. конф, Обнинск, 5–6 сентября 2011 г. / Под. ред. академика Россельхозакадемии Р.М. Алексахина. – Обнинск : ГНУ ВНИИСХРАЭ Россельхозакадемии, 2012. – С. 200–207.
7. Сарасеко, Е.Г. Проблемы получения качественной растениеводческой продукции на загрязненных радионуклидами территориях/ Е.Г. Сарасеко, А.Г. Подоляк, Е.И. Дегтярева // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна. – 2012. – № 2 [35]. – С. 47–53.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

## Вегетативный рост и плодоношение грибов рода *Pleurotus* на растительных субстратах

В.В. ТРУХОНОВЕЦ, Т.А. КОЛОДИЙ, Н.А. БИСЬКО, Н.Л. ПОЕДИНОК

В статье приводятся данные по вегетативному росту и плодоношению 6 видов съедобных грибов рода *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus*, *P. cornucopia*, *P. citrinopileatus*, *P. floridaea*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*) на питательных средах и субстратах, состоящих из растительных отходов лесного и сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** грибы, вешенка, мицелий, питательная среда, субстрат, культивирование.

The article presents data on the vegetative growth and fruiting of 6 species of edible fungi of the genus *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus*, *P. cornucopia*, *P. citrinopileatus*, *P. floridaea*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*) on growing medium and substrates consisting of vegetable waste of forestry and agriculture.

**Keywords:** mushrooms, oyster mushrooms, mycelium, growing medium, substrate, cultivation.

**Введение.** Грибы в Беларуси издавна являются традиционным национальным блюдом. В связи с аварией на Чернобыльской АЭС, приведшей к загрязнению радионуклидами значительной части Гослесфонда страны, заготовки лесных грибов сократились и не могут удовлетворить спрос населения на этот деликатесный вид продукта. Биологической особенностью многих дикорастущих грибов является способность накапливать радионуклиды и другие вредные вещества в плодовых телах, поэтому бесконтрольное употребление их в пищу далеко не безопасно для здоровья человека [1]. В полной мере решить проблему обеспечения грибами населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, можно только на основе организации их промышленного культивирования в специальных помещениях с регулируемым условиями среды. Перспективными видами для искусственного выращивания являются грибы рода *Pleurotus* (вешенка). Вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.) культивируется во многих странах мира, в том числе и в Беларуси. Большой интерес для промышленного выращивания представляют также вешенка легочная (*P. pulmonarius* (Fr.) Quel.), вешенка рожковидная (*P. cornucopiae* (Paulet) Rolland.), вешенка степная (*P. eryngii* (DC.) Quel.), вешенка флоридская (*P. floridaea* Fovosa) и вешенка лимонно-желтая (*P. citrinopileatus* Singer.). Поэтому целью наших исследований являлось изучение особенностей роста и плодоношения перспективных для введения в промышленную культуру видов и штаммов грибов рода *Pleurotus* на местных растительных субстратах.

**Объекты и методика исследований.** Объектом исследований являлись грибы рода *Pleurotus*: *P. ostreatus*, *P. cornucopia*, *P. citrinopileatus*, *P. floridaea*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius*. В исследованиях применяли культуры базидиомицетов из коллекций культур шляпочных грибов УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» и Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины. Изучение особенностей вегетативного роста грибов проводили при 24<sup>0</sup>С на сусло-агаровой питательной (САС) и картофельно-глюкозной (КГА) средах, агаризованных питательных средах из осинового опилок, соломы, лузги подсолнечника, осинового опилок, смешанных с пшеничными отрубями в весовом соотношении 4:1 и 9:1 соответственно, осинового опилок, смешанных с соломой и пшеничными отрубями в весовом соотношении 2:2:1 соответственно. Измеряли диаметр колоний в 2 направлениях, а также их высоту. Отмечалась плотность колонии по трехбалльной системе (1 – редкая, 2 – средняя, 3 – плотная). На основании полученных данных вычислялся ростовой коэффициент (РК) по Семерджиевой в модификации А.С. Бухало [2].

Определение ростового коэффициента проводили по формуле:

$$PK = d \cdot h \cdot g / t,$$

где:  $d$  – диаметр колонии, мм;  
 $h$  – высота колонии, мм;  
 $g$  – плотность колонии, балл;  
 $t$  – возраст колонии, сутки.

Повторность опыта 3-кратная. Для получения плодовых тел грибов использовали два состава субстрата: осиновые опилки, смешанные с пшеничными отрубями в весовом соотношении 4:1, и осиновые опилки, смешанные с соломой и пшеничными отрубями в весовом соотношении 2:2:1 соответственно. Субстраты увлажняли водой до 65% и фасовали по 750 грамм в пакеты из полиэтилена низкого давления. Повторность 4-кратная. Субстрат стерилизовали в автоклаве при температуре 119–121<sup>0</sup>С, давлении 0,12 МПа в течение 1 часа. После охлаждения субстрат в стерильных условиях инокулировали посевным зерновым мицелием исследуемых штаммов в количестве 2% от массы субстрата. Инокулированный субстрат инкубировали при 24<sup>0</sup>С в течение 21 суток. На 21-е сутки организовывали условия для получения плодовых тел гриба: температура воздуха 14–18<sup>0</sup>С, интенсивность освещения 100 люкс, влажность воздуха 90–95%, 5-кратный воздухообмен. Отдельные детали методики приведены в результатах исследований.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Решение проблем культивирования съедобных грибов в искусственных условиях исходит из знания жизненных потребностей грибного организма. В связи с этим подбираются источники питания, обеспечивающие их жизнедеятельность. Исследование влияния составов субстрата на вегетативный рост и морфологию колоний макромицетов изучали на агаризованных питательных средах в чашках Петри.

Для характеристики базидиальных грибов используют такой важный показатель, как скорость вегетативного роста. Скорость роста изучаемых базидиомицетов оценивали по изменению диаметра колоний грибов на агаризованных питательных средах.

На первом этапе рост грибов рода вешенка изучали на стандартных сусло-агаровой и картофельно-глюкозной средах (таблицы 1 и 2,  $M \pm m$ ).

Таблица 1 – Вегетативный рост грибов рода *Pleurotus* на САС

Вид гриба, штамм	Диаметр колонии (мм) по суткам роста			
	3 сутки	5 сутки	7 сутки	9 сутки
<i>P. floridaea</i> GSU 115	17±3	33±1	47±1	65±1
<i>P. pulmonarius</i> 1117	24±1	41±1	53±1	73±1
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	21±1	31±1	42±2	53±3
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	17±1	37±1	50±1	76±1
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	18±1	37±1	54±1	75±1
<i>P. eryngii</i> 2032	14±1	21±1	39±1	54±1
<i>P. eryngii</i> GSU 114	13±1	28±1	43±0	64±1
<i>P. citrinopelutotus</i> 2160	23±2	36±1	50±1	61±1

Для большинства базидиомицетов САС является оптимальной средой. На данной среде формировались плотные колонии изучаемых грибов. Из исследованных штаммов наибольшая скорость была *P. ostreatus* и *P. pulmonarius*, наименьшая *P. cornucopiae* и *P. eryngii* (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 2 – Вегетативный рост грибов рода *Pleurotus* на КГА

Вид гриба, штамм	Диаметр колонии (мм) по суткам роста		
	3 сутки	5 сутки	7 сутки
<i>P. citrinopelutatus</i> 2160	24±1	51±3	87±1
<i>P. eryngii</i> 2032	31±1	56±2	90
<i>P. eryngii</i> GSU 114	37±1	56±2	83±2

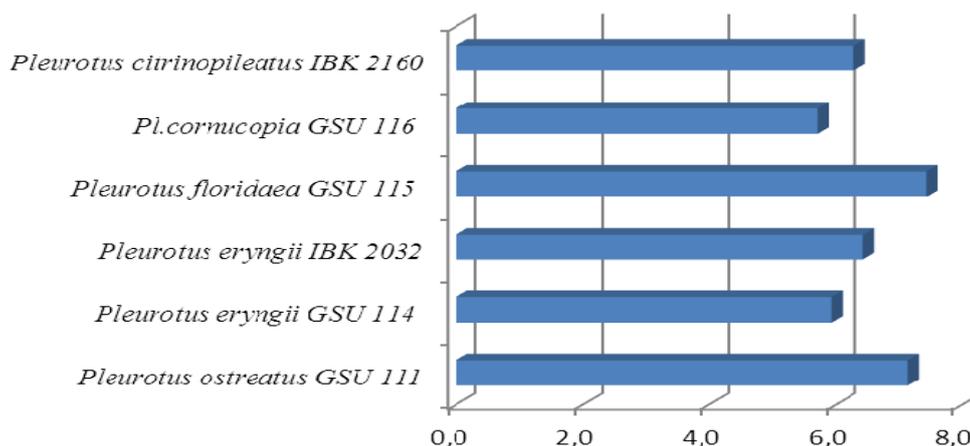


Рисунок 1 – Скорость роста грибов рода *Pleurotus* на САС, мм/сут.

На КГА скорость *P. citrinopileatus* и *P. eryngii* выше, чем на САС, однако плотность колоний значительно ниже.

При подборе состава опилочного субстрата для культивирования грибов рода вешенка изучался вегетативный рост 8 штаммов 6 видов на питательных средах из осинового опилок (контрольный вариант) и опилок, смешанных с отрубями в соотношениях 9:1 и 4:1 соответственно. Средняя скорость линейного роста исследуемых штаммов шести видов вешенки на 3-х основных опилочных средах приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Рост грибов рода *Pleurotus* на опилочных субстратах

Вид гриба, штамм	Диаметр колонии (мм) по суткам роста			
	3 сутки	5 сутки	7 сутки	9 сутки
	ОПИЛКИ			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	23±1	29±1	49±1	64±2
<i>P. pulmonarius</i> 1117	22±1	32±1	52±3	76±3
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	21±1	23±1	27±3	29±3
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	21±1	41±2	63±1	81±2
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	22±1	35±1	55±2	74±2
<i>P. eryngii</i> 2032	15±1	32±1	47±2	56±2
<i>P. eryngii</i> GSU 114	18±1	27±1	44±2	56±1
<i>P. citrinopileatus</i> 2160	21±1	27±2	48±2	55±2
	опилки+отруби 9:1			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	20±1	37±2	63±2	84±2
<i>P. pulmonarius</i> 1117	27±2	56±1	85±1	90
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	20±2	50±1	71±2	90
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	27±2	49±2	85±1	90
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	23±1	35±3	54±1	76±1
<i>P. eryngii</i> 2032	18±1	36±2	54±1	69±1
<i>P. eryngii</i> GSU 114	21±1	34±2	53±2	70±2
<i>P. citrinopileatus</i> 2160	24±1	49±2	73±2	90
	опилки+отруби 4:1			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	17±1	47±1	79±1	90
<i>P. pulmonarius</i> 1117	26±1	61±1	90	90
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	14±1	32±1	61±1	87±1
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	20±1	56±1	88±1	90
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	26±3	60±4	88±1	90
<i>P. eryngii</i> 2032	17±1	38±1	61±1	80±1
<i>P. eryngii</i> GSU 114	15±1	30±1	53±1	76±1
<i>P. citrinopileatus</i> 2160	20±1	49±2	82±1	90

Как видно из таблицы 3, рост мицелия изучаемых штаммов грибов начинается уже на третьей сутки. На контрольной опилочной питательной среде формируются просвечивающиеся, редкие колонии грибов. На ней отмечена также наиболее низкая скорость роста изучаемых видов и штаммов вешенки. На опилочных субстратах с добавками отрубей показан более интенсивный рост мицелия штаммов вешенки по сравнению с контролем. Наиболее высокая скорость мицелиального роста на данных субстратах отмечена у штаммов *P. ostreatus* и *P. pulmonarius*. Наименьшая скорость вегетативного роста на изучаемых опилочных субстратах выявлена у штаммов *P. eryngii*. Такие различия в скорости вегетативного роста грибов основаны на характерной для каждого вида вешенки скорости освоения субстратов, интенсивности разложения лигнина и целлюлозы, составляющих значительную часть опилочного субстрата, скорости потребления и усвоения питательных веществ. На изучаемых питательных средах выявлены также видовые и штаммовые различия по морфологии колоний грибов. Колонии вешенки обыкновенной пушистые, ватные, шерстистые. Колонии вешенки флоридской белого цвета, шерстистые, запах грибной. Колонии вешенки легочной белого цвета, пушистые или шелковистые, с грибным запахом. Колонии вешенки рожковидной белого цвета, просвечивающие, шелковистые, позже ватные, с грибным и цветочным запахом. Колонии вешенки степной шерстистые, пушистые, запах слабо выраженный. Колонии грибов, произрастающие на субстрате состава *опилки+отруби* – 4:1, более плотные, чем колонии на субстрате состава *опилки+отруби* – 9:1. Таким образом, оптимальным для изучаемых штаммов является опилочный субстрат в смеси с отрубями в соотношении 4:1.

Таблица 4 – Рост грибов рода *Pleurotus* на растительных субстратах

Вид гриба, штамм	Диаметр колонии (мм) по суткам роста			
	3 сутки	5 сутки	7 сутки	9 сутки
	солома			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	23±1	51±1	87±1	90
<i>P. pulmonarius</i> 1117	32±2	70±2	89±1	90
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	22±1	51±2	86±2	90
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	22±1	51±2	82±2	90
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	27±2	61±1	89±1	90
<i>P. eryngii</i> 2032	14±1	29±1	48±1	64±3
<i>P. eryngii</i> GSU 114	15±1	28±1	46±2	57±3
<i>P. citrinopeluatus</i> 2160	21±1	51±2	86±1	90
	солома+опилки+отруби 2:2:1			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	19±1	46±3	78±2	90
<i>P. pulmonarius</i> 1117	28±1	63±1	83±1	89±1
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	15±1	39±2	74±2	90
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	21±1	55±1	87±1	90
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	23±	56±2	88±1	90
<i>P. eryngii</i> 2032	17±2	36±2	58±2	80±1
<i>P. eryngii</i> GSU 114	14±1	31±1	57±2	74±2
<i>P. citrinopeluatus</i> 2160	26±2	59±5	89±1	90
	лузга подсолнечника			
<i>P. floridaea</i> GSU 115	20±1	48±1	82±1	90
<i>P. pulmonarius</i> 1117	24±1	50±1	77±1	90
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	17±1	38±1	70±1	90
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	18±1	46±2	77±1	90
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	26±2	61±1	89±1	90
<i>P. eryngii</i> 2032	16±2	41±1	63±1	81±2
<i>P. eryngii</i> GSU 114	15±1	32±2	56±3	78±2
<i>P. citrinopeluatus</i> 2160	17±1	42±3	77±3	90

Если сравнить рост мицелия *Pleurotus sp.* на растительных субстратах с использованием сельскохозяйственных отходов (таблица 4), можно также выделить наиболее активно растущие виды и штаммы. Сравнивая полученные результаты, следует отметить, что вешенка легочная хорошо растет на всех изучаемых субстратах и осваивает их быстрее остальных. Штаммы вешенки обыкновенной активно росли на трех составах растительных субстратов. Вешенка рожковидная быстрее осваивала питательную среду с соломой. Штамм вешенки лимонно-желтой активно развивался на субстрате из смеси *солома+опилки+отруби – 2:2:1*. Вешенка флоридская хорошо развивалась на всех трех питательных средах. Наименьшей скоростью роста отличалась вешенка степная. Вешенка обыкновенная формировала шерстистые и ватные колонии, вешенка лимонно-желтая – в основном шелковистые, вешенка степная – пушистые, вешенка легочная – шелковистые, вешенка рожковидная – шелковистые, а с возрастом ватные, вешенка флоридская – шерстистые, шелковистые колонии.

В исследованиях как высших базидиомицетов, так и представителей других систематических групп скорость роста на агаризованных питательных средах часто оценивается по увеличению диаметра колонии. Но при одинаковом его диаметре накопление биомассы может быть различным. На благоприятной питательной среде образуется максимально плотная высокая колония. На бедной питательной среде часто наблюдается быстрый рост мицелия по поверхности субстрата, образуется очень рыхлая, прижатая к субстрату колония. Таким образом, при равном диаметре колонии могут отличаться по плотности и высоте, следовательно, и по количеству образующейся биомассы.

Для оценки роста видов и штаммов рода *Pleurotus* в зависимости от состава питательной среды мы использовали ростовой коэффициент, который учитывает диаметр, высоту и плотность колонии (таблица 5).

Таблица 5 – Ростовой коэффициент съедобных грибов рода *Pleurotus* в зависимости от состава питательной среды

Вид гриба, штамм	Опилки	Опилки+отруби 9:1	Опилки+отруби 4:1	Солома	Солома+отруби+опилки 2:2:1	Лузга подсолнечника
<i>P. floridaea</i> GSU 115	7,0	36,0	67,7	49,7	100,2	23,4
<i>P. pulmonarius</i> 1117	7,4	48,6	51,4	25,4	47,5	22,0
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	3,9	20,3	17,4	49,2	63,4	20,0
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	9,0	72,9	75,4	46,9	111,9	44,0
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	7,9	46,2	75,4	50,9	113,1	50,8
<i>P. eryngii</i> 2032	6,7	15,1	52,3	27,4	74,6	18,0
<i>P. eryngii</i> GSU 114	6,3	15,0	52,4	26,2	73,2	24,0
<i>P. citrinopelueatus</i> 2160	6,9	20,9	22,7	24,6	38,1	11,0

Анализ мицелиального роста грибов показал избирательность освоения питательного субстрата каждым штаммом исследуемых видов вешенки. Самые высокие показатели ростового коэффициента характерны для грибов рода *Pleurotus* на питательной среде составом *солома+опилки+отруби – 2:2:1* и *опилки+отруби – 4:1*. На данных средах отмечены самые высокие значения высоты, плотности колоний и ростового коэффициента по сравнению с контрольными питательными средами – опилочной и соломенной. Из всех изучаемых видов рода *Pleurotus* у штаммов вешенки обыкновенной отмечены наиболее высокие ростовые коэффициенты. Наиболее низкие показатели вегетативного роста показаны для видов вешенки на питательной среде из опилок.

Одним из важнейших этапов успешного введения новых штаммов и видов съедобных грибов в промышленную культуру является получение штаммов, отличающихся не только высокой скоростью мицелиального роста, но и активной плодообразующей способностью и урожайностью на отечественном растительном сырье. Для оценки плодообразующей способности нами отобраны перспективные составы субстратов для культивирования грибов рода *Pleurotus*: опилки в смеси с отрубями в соотношении 4:1 и опилки в смеси с соломой и отрубями в

соотношении 2:2:1. При изучении плодообразования грибов показано влияние состава субстрата на начало плодоношения изучаемых видов вешенки (таблица 6).

Таблица 6 – Начало плодоношения грибов рода *Pleurotus* на опилочных субстратах

Вид съедобных грибов, штамм	Состав субстрата	
	осиновые опилки + отруби (4:1)	солома+осиновые опилки+отруби 2:2:1
<i>P. floridaea</i> GSU 115	40	38
<i>P. pulmonarius</i> 1117	26	22
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	45	40
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	35	53
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	51	69
<i>P. eryngii</i> 2032	50	43
<i>P. eryngii</i> GSU 114	41	43
<i>P. citrinopeliatus</i> 2160	27	26

Из таблицы 6 видно, что наиболее ранние сроки плодоношения на субстрате из опилок в смеси с отрубями 4:1 отмечены для *P. pulmonarius* и *P. citrinopeliatus* (26–27 сутки после инокуляции). Плодоношение *P. ostreatus* IBK 1993 началось на 35–51 сутки после проведения инокуляции, *P. eryngii* на 41–50 сутки, *P. floridaea* – 40 сутки. На субстрате

Таблица 7 – Количество плодовых тел грибов рода *Pleurotus* на опилочных субстратах

Вид, штамм	Количество плодовых тел на субстратном блоке, шт	
	солома+осиновые опилки+отруби – 2:2:1	осиновые опилки + отруби – 4:1
<i>P. floridaea</i> GSU 115	4±1	11±1
<i>P. pulmonarius</i> 1117	24±3	38±5
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	65±7	13±1
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	12±1	14±3
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	4±1	3±1
<i>P. eryngii</i> 2032	6±2	2±1
<i>P. citrinopeliatus</i> 2160	56±5	68±6

Биометрические показатели изучаемых грибов показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Биометрические показатели плодовых тел грибов рода *Pleurotus*

Показатели	Вид, штамм	Солома +опилки +отруби 2:2:1	Опилки+отруби 4:1
Масса отдельного плодового тела, грамм	<i>P. floridaea</i> GSU 115	6±1	3±1
	<i>P. pulmonarius</i> 1117	5±1	4±1
	<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	2±1	3±1
	<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	9±1	17±3
	<i>P. eryngii</i> 2032	38±5	24±5
	<i>P. eryngii</i> GSU 114	20±1	62±3
	<i>P. citrinopeluatus</i> 2160	3±1	3±1
Диаметр шляпки плодового тела, мм	<i>P. floridaea</i> GSU 115	59±5	34±2
	<i>P. pulmonarius</i> 1117	36±3	40±4
	<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	20±2	25±1
	<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	43±3	47±5
	<i>P. eryngii</i> 2032	78±0	51±5
	<i>P. eryngii</i> GSU 114	54±11	20±1
	<i>P. citrinopeluatus</i> 2160	64±5	22±1

солома+опилки+отруби – 2:2:1 плодоношение вешенки обыкновенной начинается на 53–69-е сутки после инокуляции субстрата, вешенки рожковидной – на 40-е сутки и штаммов вешенки степной – на 43-и сутки.

Наибольшее количество карпофоров на блоке образуют *P. cornucopiae*, *P. pulmonarius* и *P. citrinopeliatius*, наименьшее *P. eryngii* (таблица 7).

Из таблицы 8 видно, что наиболее крупные карпофоры образуют штаммы *P. eryngii* и *P. ostreatus*, самые мелкие – *P. cornucopiae*, *P. pulmonarius* и *P. citrinopeliatius*.

Урожайность *Pleurotus sp.* в зависимости от субстрата представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Урожайность грибов рода *Pleurotus* на опилочных субстратах %

Вид, штамм	Опилочные субстраты с органическими добавками	
	солома+опилки+отруби 2:2:1	опилки + отруби (4:1)
<i>P. floridaea</i> GSU 115	14,1±1,0	12,2±1,0
<i>P. pulmonarius</i> 1117	21,5±1,8	25,9±1,5
<i>P. cornucopiae</i> GSU 116	15,9±4,1	9,1±1,0
<i>P. ostreatus</i> IBK 1993	13,0±1	23,3±1,8
<i>P. ostreatus</i> GSU 111	23,2±0,6	14,4±1,7
<i>P. eryngii</i> 2032	14,9±3,3	9,2±1,5
<i>P. eryngii</i> GSU 114	26,8±1,4	22,0±2,1
<i>P. citrinopeliatius</i> 2160	31,8±1,6	24,8±2,0

Урожай плодовых тел вешенки обыкновенной на субстрате из опилок в смеси с отрубями составил 14,4–23,3%, вешенки легочной – 25,9%, вешенки лимонно-желтой – 24,8% от массы субстрата. При использовании субстрата из опилок, соломы и отрубей наибольший урожай карпофоров получен у вешенки лимонно-желтой (31,8% от массы субстрата), вешенки обыкновенной (23,2%), вешенки степной (26,8%).

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее высокой скоростью вегетативного роста отличается штаммы *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* и *P. floridaea*. Самые высокие показатели ростового коэффициента характерны для грибов рода *Pleurotus* на питательной среде солома+опилки+ – 2:2:1 и опилки+отруби – 4:1. Наиболее низкие показатели вегетативного роста для видов вешенки показаны на питательных средах из опилок без добавок. В зависимости от вида и штамма урожай грибов на оптимизированных субстратах составлял 9,1–31,8% от массы субстрата.

Работа выполнена при поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований и Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информатизации Украины.

### Литература

1. Лес и Чернобыль /под редакцией В.А. Ипатьева [и др.]. Минск : МНПП «Стенер», 1994. – 292 с.
2. Бухало, А.С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре / А.С. Бухало. – Киев : Наукова думка, 1988. – 144 с.

## Сравнительный анализ накопления свинца и кадмия в органах и тканях сизого голубя в условиях эксперимента

Е.Г. ТЮЛЬКОВА

В статье исследуется уровень накопления свинца и кадмия в печени, почках, сердце, мышечной и костной ткани, а также перьях и экскрементах сизых голубей в условиях экспериментального скормливания токсикантов с кормом. В результате проведенного сравнительного анализа установлены более высокие уровни накопления кадмия в организме птиц по сравнению со свинцом, менее интенсивное его удаление из организма, а также более высокий уровень зависимости накопления кадмия в организме птиц от величины поступления с кормом по сравнению со свинцом.

**Ключевые слова:** свинец, кадмий, индикация, накопление, перья, внутренние органы и ткани птиц

In the article the level of lead and cadmium accumulation in a liver, kidneys, heart, muscular and bone fabric, and also feathers and excrement of blue rock pigeons in the experimental conditions of feeding of toxicants with the food is investigated.

As a result of the comparative analysis higher levels of cadmium accumulation in birds' organism in comparison with lead, its less intensive removal from an organism, and also a higher level of dependence of the accumulation of cadmium in organism of birds on the amount of cadmium in feed compared to lead are established.

**Keywords:** lead, cadmium, indication, accumulation, feathers, internal birds bodies and fabrics

**Введение.** Свинец и кадмий наряду с ртутью, мышьяком, медью, оловом, цинком и железом входит в перечень наиболее опасных токсичных элементов, обязательных для контроля в сфере международной торговли в соответствии с решением объединенной комиссии ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) и ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения).

Свинец и кадмий широко используются в машиностроении и металлообработке, стекольном производстве, выделяются при сжигании топлива и промышленных отходов. В живых организмах для этих металлов отсутствует механизм гомеостатического контроля; кроме того, они способны длительно удерживаться в организме, аккумулируясь в костях, почках и печени. Хроническое отравление свинцом и кадмием приводит к нарушениям функций почек, синтеза нуклеиновых кислот и белков, анемии, легочной недостаточности, остеопорозу.

Использование птиц в качестве индикаторов для оценки степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами через их накопление в организме достаточно перспективно в связи с их широчайшим распространением и с тем, что многие виды являются высшими звеньями трофических цепей, поэтому содержание тяжелых металлов в их тканях и органах может достигать больших величин и иметь интегративный характер [1]–[8].

Возможность измерений уровней накопления тяжелых металлов у свободноживущих птиц с одновременным исследованием их содержания в окружающей среде и потребляемом корме лимитируется многими объективными причинами. Поэтому выглядит наиболее целесообразным и корректным выяснение закономерностей накопления тяжелых металлов, поступающих в организм птиц, осуществлять в условиях эксперимента, что и явилось научной идеей при его постановке.

Цель исследования – установить локализацию, уровни содержания тяжелых металлов, а также закономерности их накопления в организме птиц, обитателей урбанизированных территорий (на примере сизого голубя), для последующего использования при оценке степени техногенного загрязнения окружающей природной среды.

**Материал и методы.** С целью экспериментального установления закономерностей формирования различных концентраций тяжелых металлов в органах, тканях и перьевом

покрове птиц, искусственно задавая определенные уровни поступления в организм с кормом, использовались сизые голуби городской популяции г. Минска. Всего было сформировано 10 групп птиц: 1-я – контрольная, 2–10-я – опытные. Каждая группа состояла из 3 птиц.

Выбор свинца и кадмия обусловлен отсутствием их доказанной физиологической значимости в организме, высокой токсичностью (особенно кадмия), способностью в сравнительно малых количествах вызывать гибель или аномалии развития, в том числе и на эмбриональном уровне.

Перед началом эксперимента были извлечены перья птиц: по 4 рулевых и по 2 маховых с каждой стороны. Во время эксперимента каждую птицу содержали отдельно. Свинец и кадмий вводили с хлебом в виде растворов солей  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CdCl}_2\cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ . Размеры скармливаемых доз элементов рассчитывались на элемент исходя из установленных в Республике Беларусь ветеринарно-санитарными норм по безопасности кормов и кормовых добавок, размеров предельно-допустимых концентраций (для свинца – 5 мг/кг корма, для кадмия – 0,4 мг/кг) с учетом средней массы корма, ежедневно съедаемого птицей. Таким образом, дозы свинца и кадмия (в мг соли) составили: 1 Pb – 0,32 мг соли, 5 Pb – 1,6 мг, 10 Pb – 3,2 мг, 20 Pb – 6,4 мг, 10 Cd – 0,28 мг, 20 Cd – 0,57 мг, 30 Cd – 0,84 мг. Выбор вводимой с кормом дозы кадмия в 10 – 30 ПДК обусловлен необходимостью сравнительного анализа уровней накопления свинца и кадмия в органах и тканях при более низком значении ПДК в корме для кадмия по сравнению со свинцом.

Птицы контрольной группы получали в процессе эксперимента только корм; птицы 2–10-й опытных групп получали дополнительно с кормом и хлебом растворы солей перечисленных концентраций свинца и кадмия. Птицы 2-й группы получали с хлебом раствор соли, содержащий 1 дозу ПДК по свинцу, 3-й группы – дозу, превышающую ПДК по свинцу в 5 раз, 4-й группы – дозу, превышающую ПДК по свинцу в 10 раз, 5-й группы – дозу, превышающую ПДК по свинцу в 20 раз. Аналогичным образом скармливались растворы, превышающие ПДК по кадмию в 10, 20 и 30 раз.

В состав кормовой смеси входили зерно злаковых культур, шрот подсолнечный, мука кормовая, мел, фосфат, премикс, соль, авизим.

Ежедневно осуществлялся сбор экскрементов.

Свинец и кадмий прекратили вводить в рацион в тот момент времени, когда на месте извлеченных перьев сформировались новые, которые также были извлечены. Кроме того, в конце эксперимента были извлечены также и старые перья птиц по такой же схеме, как и перья до начала эксперимента. По окончании введения свинца и кадмия птицы были усыплены, а их органы, ткани (печень, почки, сердце, мышечная и костная ткани), а также перья и экскременты подверглись исследованиям.

Анализ содержания свинца и кадмия в перечисленных органах, тканях и экскрементах сизых голубей проводились в химико-аналитической испытательной лаборатории Научно-практического центра НАН Беларуси по биоресурсам методом индуктивно сопряженной плазменной масс-спектрометрии и вычислялись как среднее арифметическое результатов 3-х параллельных определений в пределах отдельной дозы в каждом органе и ткани.

Подготовка проб осуществлялась методом мокрой минерализации в присутствии концентрированных соляной и серной кислот.

Количество свинца и кадмия на абсолютно сухую массу исследуемых тканей, органов определяли с учетом массовой доли влаги печени (74,1%), почек (74,0%), сердца (80,0%), мышечной ткани (76,0%), костной ткани (30,0%), экскрементов (50,0%), а также массы навесок исследованных органов и тканей, использованных в процессе подготовки проб. При обработке результатов по перьям их массовая доля влаги в расчетах не учитывалась вследствие малых величин.

Всего проанализировано 220 проб органов и тканей сизого голубя, 140 проб экскрементов и определены коэффициенты накопления свинца и кадмия как отношение содержания элементов в сыром веществе внутренних органов, а также костях, перьях и экскрементах к общему количеству свинца и кадмия, поступившему с кормом, выраженное в процентах.

Также в работе были получены коэффициенты корреляции и уравнения линейной регрессии между содержанием свинца и кадмия в корме и их количеством в исследованных тканях, органах птиц и проведена оценка достоверности предлагаемых зависимостей.

Обработка данных результатов исследований осуществлялась с использованием редактора Microsoft Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты экспериментального скармливания сизым голубям 1–20 доз свинца показали наибольшие уровни накопления данного элемента в костях и новом оперении птиц, что, возможно, связано с депонирующей микроэлементной функцией костей и наличием очага активных регенерационных процессов в области растущего оперения. Далее по мере снижения уровня накопления свинца следуют старые перья после окончания эксперимента, почки, печень, мышцы и сердце (таблица 1).

Следует отметить, что по мере увеличения количества свинца в корме от 1 до 20 доз уровни накопления его в костях также закономерно возрастали.

Что касается других исследованных органов и тканей, то в сердце и мышцах не проявлялось четкой зависимости величины накопления от количества поступаемого в организм токсиканта. Можно предположить, что в данном случае проявляется существование какого-то порогового уровня, до которого проникновение свинца в мышцы успешно блокируется в организме. Однако такое предположение требует более глубокой экспериментальной проверки.

Таблица 1 – Содержание свинца в тканях и внутренних органах сизого голубя

Количество доз свинца	Содержание свинца, мкг/г сухого вещества							
	кости	почки	печень	мышцы	сердце	экскременты	перья	
							новые	старые после эксперимента
1 Рb	10,936± 0,0212	0,211± 0,0004	0,056± 0,0002	0,171± 0,0004	0,025± 0,0007	15,773± 0,023	0,236± 0,0004	1,057± 0,0029
5 Рb	12,801± 0,0194	1,372± 0,0031	0,539± 0,0007	0,039± 0,0002	0,019± 0,0003	53,859± 0,240	1,041± 0,0026	1,885± 0,0055
10 Рb	20,759± 0,0311	1,901± 0,0026	0,732± 0,0013	0,071± 0,0009	0,015± 0,0001	83,778± 0,459	3,477± 0,0047	5,786± 0,0080
20 Рb	31,741± 0,0254	6,258± 0,0137	2,404± 0,0028	0,150± 0,0007	0,091± 0,0002	235,273 ± 1,965	20,856± 0,0116	6,576± 0,0148
контроль	5,064± 0,0159	0,142± 0,0003	0,064± 0,0005	0,016± 0,0001	0,025± 0,00003	0,477± 0,002	0,039± 0,0001	0,054± 0,0002

Иная ситуация прослеживается с накоплением свинца органами выделительной системы. В пределах градиента задаваемой концентрации в корме 1–20 Рb происходило закономерное увеличение содержания токсиканта в печени и почках. При этом абсолютные показатели накопления в почках примерно в 2–2,5 раза были выше, чем в печени.

В растущих перьях свинец накапливался вначале менее интенсивно, но затем при 20 дозах в корме происходил резкий скачок накопления, значительно превышающий таковое в старых перьях. Можно предположить, что усиление токсической нагрузки стимулирует функции выведения свинца из организма путем его депонирования в оперении. Тем не менее, при росте нового оперения, т. е. в очаге активных регенерационных процессов, накопление свинца происходит слабее, но только до какого-то определенного порогового значения интенсивности поступления токсиканта в организм. Резкое увеличение накопления растущим оперением свинца при его поступлении в размере 20 доз позволяет предположить наличие различных механизмов или путей детоксикации организма птиц.

В целом, в пределах скармливаемых доз установлено увеличение содержания свинца в костях в 2,2–9,2 раза по сравнению с контролем, в почках – в 1,5–44,1 раза, в печени – в 0,9–37,6 раза, в мышцах – в 9,4–10,7 раза, в сердце – в 3,6 раза, в новых перьях – в 6,1–534,8 раза, в старых перьях после окончания эксперимента – в 19,6–121,8 раза.

Характер изменения содержания свинца в экскрементах при его различных дозах скармливания свидетельствует об увеличении выведения токсиканта из организма при росте вводимой дозы.

В результате экспериментального скармливания сизым голубям 10–30 доз кадмия выявлена иная картина распределения металла в организме птиц по сравнению со свинцом (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание кадмия в тканях и внутренних органах сизого голубя

Количество доз кадмия	Содержание кадмия, мкг/г сухого вещества							
	кости	почки	печень	мышцы	сердце	экскременты	перья	
							новые	старые после эксперимента
10 Cd	0,084± 0,00017	10,836± 0,0311	2,136± 0,0074	0,057± 0,0005	0,037± 0,00004	3,126± 0,017	0,266± 0,0004	0,095± 0,0008
20 Cd	0,094± 0,00046	17,728± 0,0289	5,038± 0,0187	0,076± 0,0004	0,038± 0,00008	6,600± 0,062	0,441± 0,0008	0,734± 0,0011
30 Cd	0,097± 0,00043	37,403± 0,0867	6,933± 0,0172	0,084± 0,0007	0,112± 0,00029	10,946± 0,046	0,693± 0,0007	0,650± 0,0072
контроль	0,016± 0,00004	2,270± 0,0093	0,142± 0,0002	0,029± 0,00006	0,023± 0,0011	0,032± 0,00005	0,00004± 0,000001	0,0005± 0,00002

Наибольшие уровни металла отмечаются в почках птиц, что, возможно, связано с их функцией выведения.

При этом уровень содержания кадмия в почках даже контрольной группы птиц был достаточно высок относительно других органов. Как ранее уже было сказано, птицы для эксперимента были взяты из городской среды, и это объясняет такие существенные изначальные уровни содержания кадмия в их почках.

Далее по мере снижения уровня накопления кадмия следуют печень, новые перья, старые перья после окончания эксперимента, кости, мышцы и сердце.

Из представленных результатов видно, что содержание кадмия в мышцах и костях постепенно возрастало по мере увеличения скармливаемых с кормом доз, тогда как в сердце, печени и почках скармливание 30 доз кадмия обусловило резкий скачок содержания токсиканта по сравнению с предыдущими дозами и контролем, что показывает более интенсивную реакцию этих органов на введение повышенных доз токсиканта.

Необходимо отметить особенность динамики накопления кадмия, обнаруживаемую при сравнении новых, отрастающих в период эксперимента, и старых перьев. Как в одних, так и в других содержание кадмия возрастало в ряду увеличения скармливаемой дозы. Однако динамика накопления имела явные различия. Если для новых перьев характерно постепенное и равномерное возрастание показателей содержания кадмия с увеличением вводимой дозы, то в старых перьях элемент накапливался вначале более интенсивно, но затем при 30 дозах происходит незначительное снижение накопления, причем при максимальной дозе в корме в 30 ПДК уровень содержания в перье примерно в 1300 раз превысил показатель в контроле. В результате новые перья накапливали более высокие уровни кадмия относительно контрольного значения. Как и в случае со свинцом, можно предположить, что усиление токсической нагрузки стимулирует функции выведения кадмия из организма путем его депонирования в оперении. Тем не менее, при росте нового оперения, т. е. в очаге активных регенерационных процессов, накопление кадмия происходит более интенсивно.

Сравнение уровней накопления кадмия в органах, тканях и покровых экспериментальных птиц с показателями в экскрементах при различных дозах скармливаемого токсиканта показало более высокую концентрацию кадмия в почках птиц по сравнению с экскрементами и другими органами и тканями (таблица 2), что, в принципе, отражает общую функциональную эффективность выделительной системы организма.

Факт накопления кадмия в отличие от свинца в организме птиц в большем количестве, чем удаление с экскрементами негативен для организма птиц, что дополнительно усугубляется большей токсичностью кадмия по сравнению со свинцом.

В целом, содержание кадмия при скармливании доз от 10 Cd до 30 Cd возрастает в почках в 4,8–16,5 раза по сравнению с контрольной группой, в костях – в 5,3–6,1 раза, в печени – в 15,0–48,8 раза, в мышцах – в 2,0–2,9 раза, в сердце – в 1,6–4,9 раза, в новых перьях – в 6650,0–17325,0 раза, в старых перьях после окончания эксперимента – в 190,0–1300,0 раза.

Коэффициенты накопления свинца и кадмия определяли как отношение содержания элемента в сыром веществе тканей и органов, а также костях и перьях к общему количеству свинца и кадмия, поступившего с кормом, выраженное в процентах. Для этого рассчитывалось общее количество свинца и кадмия за весь период эксперимента (1 Pb – 14,4 мг, 5 Pb – 72,0 мг, 10 Pb – 144,0 мг, 20 Pb – 288,0 мг, 10 Cd – 12,6 мг, 20 Cd – 25,6 мг, 30 Cd – 37,8 мг); средняя масса исследуемых органов и тканей (кости – 41,3 г, почки – 2,88 г, печень – 7,65 г, мышцы – 93,34 г, сердце – 4,54 г, перья новые – 1,62 г, перья старые после эксперимента – 22,87 г, экскременты – 8,76 г) и массовая доля влаги исследуемых органов и тканей (отмечена выше).

Таблица 3 – Коэффициенты накопления свинца и кадмия в тканях и органах сизого голубя

Металлы	Коэффициенты накопления свинца и кадмия, %							
	кости	почки	печень	мышцы	сердце	экскременты	перья	
							новые	старые после эксперимента
свинец	1,231	0,019	0,018	0,131	0,001	1,420	0,005	0,093
кадмий	0,018	0,939	0,542	0,126	0,006	0,465	0,003	0,041

Такая тенденция, возможно, объясняется образованием более устойчивых комплексных соединений кадмия в организме ( $K_{\text{нест.}} = 10^{-7}-10^{-3}$  для свинца и  $10^{-17}-10^{-3}$  для кадмия [9]) и в этой связи более медленным их удалением с экскрементами в процессе метаболизма по сравнению со свинцом.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции и уравнения линейной регрессии содержания свинца и кадмия в органах и тканях сизого голубя (Y) и его концентрации в корме (X)

Органы, ткани, экскременты	Коэффициенты корреляции	Уравнения линейной регрессии
почки	<u>0,974</u>	$Y = -0,397 + 0,034 \times X$
	0,953	$Y = -4,57 + 1,65 \times X$
печень	<u>0,977</u>	$Y = -0,162 + 0,013 \times X$
	0,980	$Y = -0,089 + 0,30 \times X$
сердце	<u>0,801</u>	$Y = 0,0045 + 0,0004 \times X$
	0,857	$Y = -0,012 + 0,005 \times X$
новые перья	<u>0,947</u>	$Y = -3,7 + 0,123 \times X$
	0,989	$Y = 0,039 + 0,027 \times X$
старые перья в конце эксперимента	<u>0,911</u>	$Y = 1,058 + 0,034 \times X$
	0,767	$Y = -0,072 + 0,035 \times X$
экскременты	<u>0,850</u>	$Y = -6,65 + 1,26 \times X$
	0,823	$Y = -0,96 + 0,49 \times X$

Примечание – В таблице представлены данные по достоверным коэффициентам корреляции и уравнениям регрессии: в числителе – по свинцу, в знаменателе – по кадмию

Сравнение коэффициентов корреляции и регрессии по свинцу и кадмию в корме и тканях и органах демонстрирует превышение коэффициента корреляции для кадмия в печени, сердце и новых перьях и коэффициента регрессии – в почках, печени и сердце (таблицы 4–5).

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции содержания свинца и кадмия в органах и тканях сизого голубя (У) в зависимости от его концентрации в корме (Х)

Органы, ткани, экскременты птиц	свинец		кадмий	
	Коэффициенты корреляции	$t_{st}$ независимой переменной	Коэффициенты корреляции	$t_{st}$ независимой переменной
почки	0,974	13,62	0,953	8,33
печень	0,977	14,38	0,980	12,96
сердце	0,801	4,23	0,857	4,40
новые перья	0,947	9,28	0,989	17,98
старые перья после эксперимента	0,911	7,0	0,767	3,17
экскременты	0,850	9,94	0,823	7,68

Примечание – В таблице представлены достоверные коэффициенты корреляции при  $t_{st} > t_{табл.}$  и  $p \leq 0,05$ . Значение  $t_{табл.}$  (11) = 2,2 при  $p \leq 0,05$  для свинца в пробах органов и тканей;  $t_{табл.}$  (39) = 1,96 при  $p \leq 0,05$  для проб экскрементов;  $t_{табл.}$  (8) = 2,3 при  $p \leq 0,05$  для кадмия в пробах органов и тканей,  $t_{табл.}$  (29) = 2,0 при  $p \leq 0,05$  для проб экскрементов.

Данные таблицы 4 и 5 в комплексе характеризуют более высокий уровень зависимости накопления кадмия в организме птиц от величины его поступления с кормом по сравнению со свинцом, что, возможно, связано с менее эффективными барьерными механизмами организма вследствие более высокой токсичности кадмия.

В целом, сравнительная оценка накопления свинца и кадмия в тканях и органах экспериментальных птиц выявила более высокие уровни накопления кадмия в организме птиц по сравнению со свинцом, менее интенсивное его удаление из организма, а также более высокий уровень зависимости накопления кадмия в организме птиц от величины его поступления с кормом по сравнению со свинцом.

## Литература

1. Кирьякулов, В.М. Последствия загрязнения свинцом и другими поллютантами среды обитания водоплавающей дичи : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 ; 06.02.03 / В.М. Кирьякулов. – ФГОУ ВПО «Рос. гос. аграр. заоч. ун-т». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com>. – Дата доступа : 27.01. 2012 г.
2. Лебедева, Н.В. Экоотоксикология и биогеохимия географических популяций птиц / Н.В. Лебедева. – М. : Наука, 1999. – 199 с.
3. Сергеев, А.А. Тяжелые металлы в охотничьих птицах Кировской области (биологические, индикационные и санитарно-гигиенические аспекты) : дис. ... канд. биол. наук : 06.02.03 / А.А. Сергеев, Всероссийский Научно-исследовательский институт охотоведения и звероводства. – Киров, 2003. – 183 л.
4. Arsenic, cadmium, copper, lead, and selenium in migrating blue-winged teal (*Anas discors* L.) / A. Fedynich [et al.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ckwri.tamuc.edu/fileadrim/user\\_upload/docs/misc](https://ckwri.tamuc.edu/fileadrim/user_upload/docs/misc). – Дата доступа : 16.04.2011.
5. Concentration of cadmium in the liver and kidneys of some wild and farm animals / М. Краморова [et al.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://piwet.pulawy.pl/doc/biuletyn>. – Дата доступа : 14.04.2011.
6. Concentrations of metals in blood and feathers of nestling ospreys (*Pandion haliaetus*) in Chesapeake and Delaware Bays / В.А. Ratter [et al.] // Arch. Environ. Contam. and Toxicol. – 2008. – № 1. – P. 114–122.
7. Heavy-metal concentrations in female laying great tits (*Parus major*) and their clutches / Т. Dauwe [et al.] // Arch. Environ. Contam. and Toxicol. – 2005. – Vol. 49, № 2. – P. 249–256.

8. Kaimal, B. Laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry as a technique to quantify trace metals in bird feathers / B. Kaimal, R.E. Hannigan, C.B. Dowling // ICP Inf. Newslett.– 2007. – № 8. – P. 839.

9. Вторичная диссоциация комплексов. Константа диссоциации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://chem.-astu.ru/chair/study/genchem/r5\\_4.htm](https://chem.-astu.ru/chair/study/genchem/r5_4.htm). – Дата доступа : 25.04.2011.

Белорусский торгово-экономический  
университет потребительской кооперации

Поступила в редакцию 07.06.2013

УДК 582.29

## Лихенологический отдел гербария GSU. II. Семейство *Parmeliaceae* Zenker (*Alectoria* – *Melanohalea*)

А.Г. ЦУРИКОВ, Н.В. ЦУРИКОВА, О.М. ХРАМЧЕНКОВА, Е.В. ЦУКАНОВА

Приводится список образцов лишайников родов *Alectoria* – *Melanohalea* (семейство *Parmeliaceae*), хранящихся в Научном гербарии Белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» (GSU).

**Ключевые слова:** лишайники, *Parmeliaceae*, гербарий, GSU.

Lichen specimens from genera *Alectoria* – *Melanohalea* (*Parmeliaceae*) housed in the Belarusian Polesye Scientific Herbarium of Francisk Skorina Gomel State University (GSU) are listed in the article.

**Key words:** lichens, *Parmeliaceae*, herbarium, GSU.

**Введение.** Научный гербарий Белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» (GSU) был создан в 1953 году и на основании решения коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды является особо ценной ботанической коллекцией (выдано свидетельство № 1).

Для облегчения работы и упрощения поиска необходимой информации представляется актуальным учет и нумерация гербарных конвертов. Настоящая статья продолжает серию публикаций, посвященных лихенологическому отделу гербария GSU [1].

**Методика исследований.** Идентификация хранящихся в коллекции образцов лишайников проводилась в лабораториях кафедры ботаники и физиологии растений биологического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Видовая принадлежность некоторых лишайников была уточнена на кафедре ботаники факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета им. Я. Купалы, за что приносим свою благодарность к. б. н., доценту В.В. Голубкову.

Определение образцов проводили стандартными методами с использованием микроскопов Altami CM0745-T и Nikon Eclipse 80 i с использованием определительных ключей [2]–[4]. Номенклатура таксонов приводится согласно [5]. Объем семейства *Parmeliaceae* трактуется в рамках работы [6].

**Результаты и их обсуждение.** В результате инвентаризации 524 образцов лишайников семейства *Parmeliaceae* гербария GSU было зафиксировано 25 родов и 43 вида лишайников:

- 1 *Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal.
- 2 *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw.
- 3 *Bryoria furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw.
- 4 *Cetraria crispa* (Ach.) Nyl.
- 5 *Cetraria islandica* (L.) Ach.
- 6 *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W. L. Culb. & C. F. Culb.
- 7 *Evernia mesomorpha* Nyl.
- 8 *Evernia prunastri* (L.) Ach.
- 9 *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt & Thell
- 10 *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt & Thell
- 11 *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale
- 12 *Flavopunctelia soledica* (Nyl.) Hale
- 13 *Gowardia nigricans* (Ach.) P. Halonen, L. Myllys, S. Velmala, & H. Hyvärinen
- 14 *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
- 15 *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.
- 16 *Imshaugia aleurites* (Ach.) S. F. Meyer
- 17 *Masonhalea richardsonii* (Hooker) Kärnefelt

- 18 *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
- 19 *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco et al.
- 20 *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
- 21 *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
- 22 *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.
- 23 *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.
- 24 *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al.
- 25 *Parmelia sulcata* Tayl.
- 26 *Parmelina quercina* (Willd.) Hale
- 27 *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale
- 28 *Parmeliopsis ambigua* Nyl.
- 29 *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arnold
- 30 *Parmotrema stuppeum* (Taylor) Hale
- 31 *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb.
- 32 *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch.
- 33 *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.
- 34 *Tuckermannopsis chlorophylla* (Willd. in numb.) Hale.
- 35 *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale.
- 36 *Usnea filipendula* Stirt.
- 37 *Usnea hirta* (L.) Wigg.
- 38 *Usnea longissima* Ach.
- 39 *Usnea subfloridana* Stirt.
- 40 *Vulpicida pinastris* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai
- 41 *Xanthoparmelia camtschadalis* (Ach.) Hale.
- 42 *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale.
- 43 *Xanthoparmelia rysssolea* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw & Lumbsch.

Белорусские образцы были собраны на территории восьми районов (Буда-Кошелёвского, Гомельского, Житковичского, Калинковичского, Каменецкого, Кормянского, Лельчицкого и Речицкого) двух областей (Гомельской и Брестской) (рисунок 1).

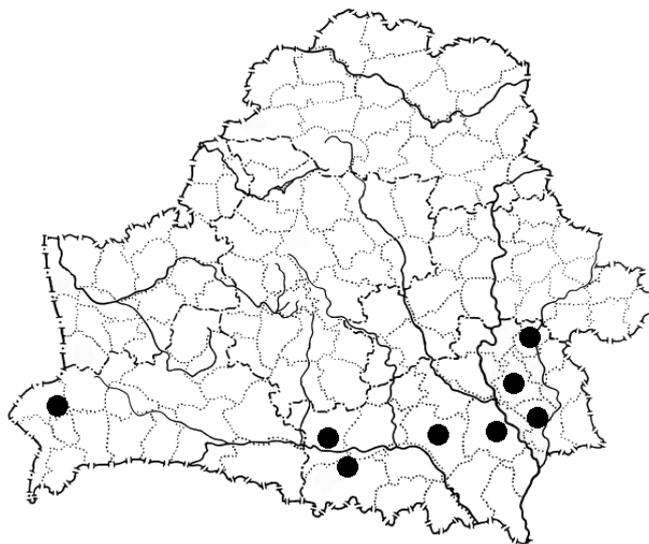


Рисунок 1 – Места сбора лишайников семейства *Parmeliaceae* гербария ГГУ на территории Беларуси

В гербарии хранятся также образцы, собранные на территории Астраханской, Брянской, Воронежской, Ленинградской, Мурманской, Новосибирской, Самарской областей, Красноярского края, а также Республик Карелия, Тува и Хакасия Российской Федерации; Черниговской области и Ялтинского региона Крыма Украины (рисунок 2).

Таким образом, в Научном гербарии Белорусского Полесья кроме белорусских образцов представлены виды лишайников семейства *Parmeliaceae*, произрастающие в степных и лесостепных регионах, тайге, тундре.

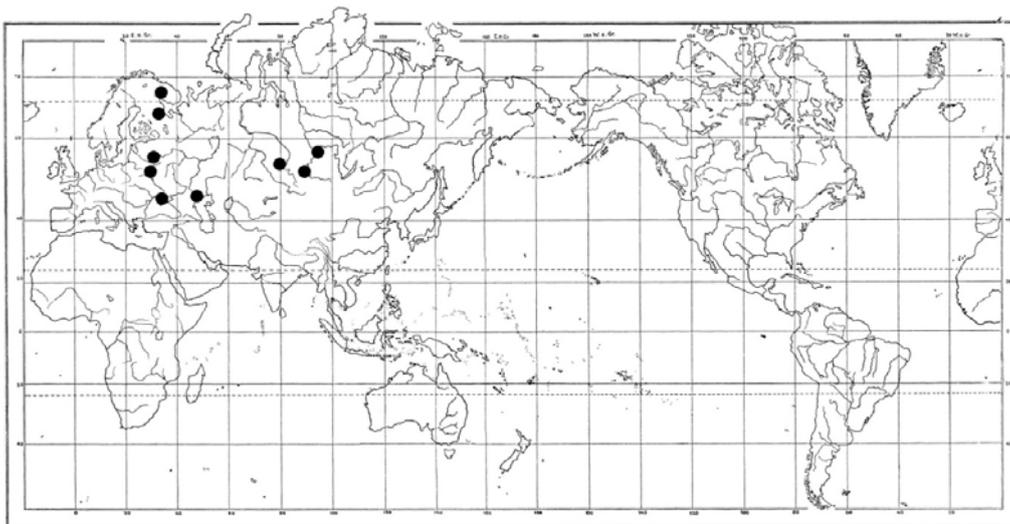


Рисунок 2 – Места сбора лишайников семейства *Parmeliaceae* гербария ГГУ

Первые образцы лишайников семейства *Parmeliaceae* были собраны в 1970 году и являются одними из первых образцов лишайников Научного гербария Белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений ГГУ. В гербарии хранятся образцы сборов 1970–1978, 2002–2011 гг.

Ниже приводим каталог лишайников семейства *Parmeliaceae*, хранящихся в GSU. В нем приводятся: латинские названия видов лишайников, наименования лесничеств и номера кварталов, названия мест обитаний и произрастаний лишайников, инициалы, фамилии сборщиков и даты сбора, а также инвентаризационный номер гербарного образца GSU. При составлении конспекта лишайников мы использовали информацию на этикетках. К сожалению, в конспекте имеются неполные данные, которые возникли по вине сборщиков, ранее оформлявших этикетки.

1. *Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal. – Россия, Мурманская обл., Хибины, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00869); Россия, Мурманская обл., Хибины, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00868); Россия, респ. Тува, Каа-Хемский р-н, хребет Тумат-Тайга, бассейн р. Кара-Хол, правый берег реки, выс. 1945 м н. у. м., №51°96' E95°54', лишайниково-ерниковая тундра, на разрушенном валежнике кедра, Н.В. Седельникова, 13.07.2005, (00867).

2. *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw. – Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, примесь ели, на веточке сосны, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00862); Россия, Ленинградская обл., Карельский перешеек, окр. д. Комарово, на осине, А.Г. Цуриков, 19.09.2007, (00863).

3. *Bryoria furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw. – Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00861).

4. *Cetraria crispa* (Ach.) Nyl. – Калининский район, г. п. Озаричи, смешанный лес, Ю.М. Бачура, 16.08.2004, (00525); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, В.Н. Лебедько, 23.06.2004, (00526); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, В.Н. Лебедько, 23.06.2004, (00527).

5. *Cetraria islandica* (L.) Ach. – Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк лишайниковый, О.П. Шахрай, 15.06.1976, (00528); Припятский заповедник, Озеранское л-во, сосняк лишайниковый, О.П. Шахрай, 15.06.1976, (00529); Припятский заповедник, Озеранское л-во, сосняк лишайниковый, О.П. Шахрай, 15.06.1976, (00530); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на почве, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00531); Припятский заповедник, Рычевское л-во, на почве, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00532); Припятский заповедник, Озеранское л-во, на почве, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00533); Припятский заповедник, Озеранское л-во, сосняк лишайниковый, на почве, О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00534); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк лишайниковый, на почве, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00535); Калининский район, г. п. Озаричи, смешанный лес, Ю.М. Бачура,

16.08.2004, (00536); Калининковский район, г. п. Озаричи, смешанный лес, Ю.М. Бачура, 16.08.2004, (00537); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, В.Н. Лебедько, 23.06.2004, (00538); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, на почве, в сосняке мшистом, Г.И. Швец, 18.06.1974, (00539); Гомельский р-н, окрестности д. Скиток, сосновый лес на песчаной почве, 15.07.2005, (00540); Россия, Карелия, г. Петрозаводск, мкр-н Соломенное, окр. Ботанического сада ПетрГУ, урочище "Чертов стул", выход вулканических пород, на почве, Ю.М. Бачура, 25.09.2008, (00541).

6. *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W. L. Culb. & C. F. Culb. – Припятский заповедник, 46 кв. Переровского л-ва, ольс осоковый, на дубе, Л.Н. Парукова, 15.06.1973, (00542); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, 08.07.1974, (00543).

7. *Evernia mesomorpha* Nyl. – Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на березе, (сосна, береза-пушица, сфагнум, клюква), 17.06.1974, (00453); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», Н.В. Тимошенкова, 05.06.2003, (00454); Припятский заповедник, 49 кв. Озеранского л-ва, в сосново-орляковом лесу на стволе сосны, О.П. Шахрай, 20.07.1971, (00455); Припятский заповедник, 64 кв. Рычевского л-ва, сосняк черничный, на березе, О.П. Шахрай, 20.07.1972, (00456); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом, ствол сосны, 18.06.1974, (00457); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне, (сосна, береза – пушица, сфагнум, клюква), 17.06.1974, (00458); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом на стволе сосны, 06.07.1974, (00459); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00460); Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00461).

8. *Evernia prunastri* (L.) Ach. – Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, на стволе осины в сосняке вересковом, О.П. Шахрай, 17.06.1975, (00462); Припятский заповедник, 108 кв. Переровского л-ва, на стволе дуба, 05.06.1974, (00463); Припятский заповедник, 6 кв. Оз-Мл. л-ва, ольс крапивный, на стволе ольхи, В.П. Прокопенко, 15.03.1977, (00464); УНБ «Чёнки», Н.В. Тимошенкова, 26.03.2003, (00465); УНБ «Чёнки», Н.В. Тимошенкова, 26.03.2003, (00466); УНБ «Чёнки», Н.В. Тимошенкова, 26.03.2003, (00467); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 21.07.2002, (00468); УНБ «Чёнки», смешанный лес, на коре дуба, d=20 см., h=0,5 м, А.Г. Цуриков, 10.09.2002, (00469); Гомельский р-н, Ст. Чёнки, смешанный лес, береза, Руденок, 10.07.1970, (00470); Гомельский р-н, д. Борец, сосновый лес, Мясникова, 09.07.1970, (00471); Припятский заповедник, Млынокское л-во, березняк снытевый, на стволе березы, А.М. Радионова, 27.07.1975, (00472); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ольс крапивный (сырой), ствол ясеня, О.П. Шахрай, 15.06.1974, (00473); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, О.П. Шахрай, 19.07.1973, (00474); Припятский заповедник, 9 кв. Переровского л-ва, осинник снытевый, ствол осины, О.П. Шахрай, 09.06.1974, (00475); Припятский заповедник, Млынокское л-во, грабняк снытевый, ствол граба, О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00476); Припятский заповедник, 22 кв. Переровского л-ва, дубрава черничная, на дубе, Л.Н. Парукова, 17.05.1973, (00477); Припятский заповедник, 22 кв. Озеранского л-ва, на стволе клена, О.П. Шахрай, 20.06.1971, (00478); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, в ольхово-осоковом лесу на стволе ольхи, О.П. Шахрай, 17.06.1971, (00479); Гомельский р-н, д. Борец, сосновый лес с черничником, Лялькова, 17.07.1970, (00480); Припятский заповедник, 3 кв. Переровского л-ва, дубрава злаковая, на валежнике, Л.Н. Парукова, 18.06.1973, (00481); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на стволе дуба (дуб + разнотравье), О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00482); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на стволе дуба (дуб + разнотравье), О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00483); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, березняк вересковый, на березе, Г.И. Швец, 06.07.1974, (00484); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке орляковом на стволе дуба, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00485); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, в сосново-черничном лесу на сосне, О.П. Шахрай, 07.07.1973, (00486); Припятский заповедник, 106 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол березы, О.П. Шахрай, 06.06.1974, (00487);

Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на стволе дуба (дуб + береза + папоротник), О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00488); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне (сосна-береза+сф-пушица-клюква), Л.Н. Парукова, 18.06.1974, (00489); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», вдоль дороги у старицы, на дубе, А.Г. Цуриков, 21.07.2005, (00490); Припятский заповедник, 22 кв. Переровского л-ва, в дубраве кисличной на стволе дуба, 18.06.1974, (00491); п. Хвоенск, на обработанной древесине (забор), 20.07.1974, (00492); Припятский заповедник, 46 кв. Рычевского л-ва, в сосняке орляковом на стволе сосны, О.П. Шахрай, 29.06.1972, (00493); Припятский заповедник, 6 кв. Озеранского л-ва, дубрава злаковая, на стволе дуба, В.П. Прокопенко, 25.03.1977, (00494); Припятский заповедник, 23 кв. Переровского л-ва, в дубраве разнотравной на стволе дуба, 18.06.1974, (00495); Припятский заповедник, Сологубовское л-во, в дубраве злаковой на дубе, О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00496); на иве, окрестности п. Туров, О.П. Шахрай, 27.07.1975, (00497); Гомельский р-н, УНБ "Чёнки", старица р. Сож, поваленная ель, А.Г. Цуриков, 15.07.2007, (00847).

9. *Flavocetraria cicculata* (Bellardi) Kärnefelt & Thell – Россия, Мурманская обл., Хибин, подножье горы Кукисвумчорр, А.Г. Цуриков, 16.07.2009, (00871); Россия, Мурманская обл., Хибин, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00872); *Flavocetraria cicculata* (Bellardi) Kärnefelt & Thell var. *Vainioi* Räs. – Россия, Мурманская обл., Хибин, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00873);

10. *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt & Thell – Россия, Мурманская обл., Хибин, берег озера Длинное, между камней, А.Г. Цуриков, 16.07.2009, (00865); Россия, Мурманская обл., Хибин, долина озера Малый Вудъявр, В.Л. Миронов, 11.07.2009, (00874); Россия, Мурманская обл., Хибин, подножье горы Кукисвумчорр, А.Г. Цуриков, 16.07.2009, (00875); Мурманская обл., Хибин, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00876).

11. *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale – Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк орляковый, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00378); УНБ «Чёнки», упавшее дерево, возле дороги, по направлению к остановке, А.Г. Цуриков, 21.07.2002, (00585); УНБ «Чёнки», упавшее дерево, возле дороги, по направлению к остановке, А.Г. Цуриков, 21.07.2002, (00586); УНБ «Чёнки», упавшее дерево, возле дороги, по направлению к остановке, А.Г. Цуриков, 21.07.2002, (00587); УНБ «Чёнки», упавшее дерево, возле дороги, по направлению к остановке, А.Г. Цуриков, 21.07.2002, (00588); УНБ «Чёнки», Н.В. Тимошенкова, 26.03.2003, (00589); Припятский заповедник, 27 кв. Переровского л-ва, ствол ольхи, ольс крапивный (сырой), О.П. Шахрай, 20.07.1974, (00590); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, березняк осоковый, комлевая часть березы, О.П. Шахрай, 20.07.1975, (00591); Припятский заповедник, 23 кв. Переровского л-ва, ствол ольхи (ольха+береза – таволга+крапива), О.П. Шахрай, 23.06.1974, (00592); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, дубрава разнотравная, ствол дуба, О.П. Шахрай, 12.07.1974, (00593); Припятский заповедник, 18 кв. Снядинского л-ва, ствол ольхи, болото (осока, ирис, окопник), О.П. Шахрай, 24.07.1974, (00594); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на ветвях поваленного дуба, в березняке злаковом, О.П. Шахрай, 20.06.1974, (00595); Припятский заповедник, 59 кв. Озеранского л-ва, березняк орляковый, на коре дуба, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00596); Припятский заповедник, 64 кв. Переровского л-ва, на осине, в осиннике злаковом, Л.Н. Парукова, 15.06.1973, (00597); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в дубраве орляковой, на дубе, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00598); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на рябине, О.П. Шахрай, (00599); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, на стволе граба, в грабово-снытевом лесу, О.П. Шахрай, 20.07.1971, (00600); Припятский заповедник, 28 кв. Озеранского л-ва, на стволе ясеня, в дубово-снытевом лесу, О.П. Шахрай, 12.06.1971, (00601); Припятский заповедник, 28 кв. Озеранского л-ва, на стволе ясеня, в дубово-снытевом лесу, О.П. Шахрай, 21.06.1971, (00602); Припятский заповедник, 2 кв. Переровского л-ва, дубрава черничная, на березе, Л.Н. Парукова, 20.06.1973, (00603); Припятский заповедник, 54 кв. Рычевского л-ва, сосняк вересковый, на ольхе, Л.Н. Парукова, 14.07.1972, (00604); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке злаковом на ольхе,

О.П. Шахрай, 12.07.1974, (00605); г. Гомель, ул. Объездная, ост. «Радиозавод», дуб черешчатый, Т.В. Бондарева, 04.09.2005, (00606); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке злаковом, на березе, (00607); Припятский заповедник, Рычевское л-во, березняк черничный, ствол ясеня, А.М. Радионова, 20.07.1975, (00608); Россия, Красноярский край, окр. с. Красный завод, Боготольского р-на, на сосне, Н.В. Тимошенкова, 12.08.2003, (00609).

12. *Flavopunctelia soledica* (Nyl.) Hale – Россия, Красноярский край, окр. с. Красный завод, Боготольского р-на, на сосне, Н.В. Тимошенкова, 12.08.2003, (00610); Россия, Красноярский край, окр. с. Красный завод, Боготольского р-на, С.В. Конопляная, 23.07.2007, (00611); Россия, Красноярский край, окр. с. Красный завод, Боготольского р-на, С.В. Конопляная, 23.07.2007, (00612); Россия, г. Новосибирск, за общежитием НГУ, сосново-березовый лес, А.Г. Цуриков, 05.10.2010, (00613).

13. *Gowardia nigricans* (Ach.) P. Halonen, L. Myllys, S. Velmala, & H. Nuvärinen – Россия, Мурманская обл., Хибин, гора Кукис, восточный склон, А.Г. Цуриков, 14.07.2009, (00864); Россия, Мурманская обл., Хибин, подножье горы Кукисвумчорр, А.Г. Цуриков, 16.07.2009, (00866); Россия, Мурманская обл., Хибин, берег озера Длинное, между камней, А.Г. Цуриков, 16.07.2009, (00865);

14. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – д. Кореневка, сосновый лес, О.П. Шахрай, 25.06.1975, (00362); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, ствол дуба, сосняк орляковый, Н.В. Седельникова, 25.09.2008, (00363); УНБ «Чёнки», Малахова, 18.05.1970, (00364); УНБ «Чёнки», 04.07.1974, (00365); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на стволе дуба (дуб+береза+папоротник), А.Г. Цуриков, 26.06.2004, (00366); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, Н.В. Тимошенкова, 26.03.2003, (00367); Припятский заповедник, 106 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк мшистый, на стволе березы, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00368); Припятский заповедник, 107 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк черничный, ствол сосны, Кабаев, 19.07.1971, (00369); Россия, Брянская обл., д. Новые-Юрковичи Климовского р-на, В.П. Прокопенко, 18.03.1977, (00370); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на рябине, в березняке разнотравном, В.П. Прокопенко, 18.03.1977, (00371); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на рябине, Н.В. Тимошенкова, 09.09.2004, (00372); Припятский заповедник, Рычевское л-во, на дубе, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00373); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, (00374); Припятский заповедник, 62 кв. Озеранского л-ва, березняк орляковый, ствол березы, О.П. Шахрай, (00375); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, березняк черничный, береза, крушина, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00376); Припятский заповедник, 18 кв. Переровского л-ва, ствол ольхи (асс. дуб+ольха+майник), Г.И. Швец, 07.07.1974, (00377); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк орляковый, Г.И. Швец, 11.07.1974, (00378); Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на сосне, 08.07.1973, (00379); Припятский заповедник, 106 кв., сосняк мшистый, на стволе березы, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00380); Гомельская обл., Кормянский р-н, окр-ти д. Струмень, на сухой веточке, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00381); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 174, сосняк багульниковый (65 лет), на корке сосны, (00382); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 141, сосняк орляковый (61 год), на корке сосны, 10.07.1970, (00383); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 63, сосняк вересковый (70 лет), на корке сосны, О.П. Шахрай, 09.07.1973, (00384); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 7, сосняк орляковый (107 лет), на корке сосны, О.П. Шахрай, 09.07.1973, (00385); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 8, сосняк мшистый (110 лет), на корке сосны, 30.05.1974, (00386); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», на коре березы напротив ворот УНБ, О.П. Шахрай, 20.05.1973, (00387); Ст. Чёнки, на березе, О.П. Шахрай, 18.06.1974, (00392); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, на сосне в сосняке черничном, 12.07.1973, (00393); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, на сосне в сосняке черничном, О.П. Шахрай, 19.07.1971, (00394); Припятский заповедник, Переровское л-во, на стволе березы (береза-ветреница-ясен.), 18.06.1974, (00395); Припятский заповедник, 106 кв. Млынокского л-ва, на сосне, в сосняке лишайниковом, (00396); Припятский заповедник,

20 кв. Озеранского л-ва, О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00397); Украина, Черниговский р-н, с. Автуничи, сосновый лес, 06.07.1974, (00398); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, О.П. Шахрай, 16.06.1973, (00399); Припятский заповедник, Рычевское л-во, сосняк черничный, на старых пнях, О.П. Шахрай, 16.06.1973, (00400); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ствол ольхи, болото, ирис+осока+окопник, В.М. Дягилева, (00401); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне (сосна-береза+сфагнум+пушица+клюква), О.П. Шахрай, 18.06.1973, (00402); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на березе, в березняке разнотравном, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00403); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, О.П. Шахрай, 15.06.1971, (00404); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в дубраве разнотравной, на стволе дуба, Л.Н. Парукова, 09.07.1973, (00405); Припятский заповедник, 17 кв. Млынокского л-ва, на сосне, 02.07.1975, (00406); Припятский заповедник, 61 кв. Рычевского л-ва, сосняк брусничный, на пне, 10.06.1975, (00407); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, ствол сосны в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 12.06.1971, (00408); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке осоковом, комлевая часть березы, О.П. Шахрай, 15.06.1971, (00409); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке осоковом, комлевая часть березы, Кабаев, 19.07.1974, (00410); Россия, Ленинградская область, Лисинское л-во, 24.07.1975, (00411); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на гнилом пне (береза+земляника+майник), В.М. Дягилева, 10.07.1970, (00412); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, в березняке орляковом, на березе, О.П. Шахрай, 16.06.1973, (00413); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, в ольхово-разнотравном лесу, на стволе ольхи, О.П. Шахрай, 16.06.1973, (00414); Припятский заповедник, 12 кв. Переровского л-ва, на березе, (00415); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на валежнике в сосняке мшистом, 22.07.1975, (00416); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк мшистый, ствол березы, 02.07.1974, (00417); Припятский заповедник, 2 кв. Озеранского л-ва, на стволе березы, в березово-злаковом лесу, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00418); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, на стволе березы, в ольхово-снытиевом лесу, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00419); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, О.П. Шахрай, 02.07.1975, (00420); Сологубовское л-во, дубрава злаковая, на дубе, О.П. Шахрай, 20.06.1973, (00421); Гомельский р-н, Ст. Чёнки, смешанный лес, береза, О.П. Шахрай, 07.07.1973, (00422); Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, на сосне, в сосняке мшистом, 25.07.1973, (00423); Припятский заповедник, 17 кв. Переровского л-ва, на стволе сосны, 10.06.1975, (00424); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, сухая береза в болоте (осока+ирис+окопник), 20.07.1974, (00425); Окрестности п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 20.06.1973, (00426); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, на березе (верховое болото, сосна-береза-пушица-сфагнум-клюква), Т. Черленок, 19.07.1971, (00427); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, (00428); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, (00429); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на осине, в сосняке лишайниковом, 08.07.1974, (00430); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, березняк злаковый, на ольхе, 08.07.1974, (00431); Припятский заповедник, 62 кв. Млынокского л-ва, на сосне, в сосняке вересковом, А.М. Радионова, 20.07.1975, (00432); Припятский заповедник, 18 кв. Переровского л-ва, на коре сосны, О.П. Шахрай, (00433); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой березе, сосняк мшистый, Л.Н. Парукова, 20.05.1973, (00434); Припятский заповедник, 27 кв. Переровского л-ва, ствол ольхи, ольс крапивный (сырой), Т. Черленок, 19.07.1971, (00435); Припятский заповедник, 15 кв. Переровского л-ва, на сосне, Л.Н. Парукова, 08.07.1972, (00436); Припятский заповедник, 61 кв. Млынокского л-ва, на березе, Т.В. Бондарева, 25.08.2005, (00437); Припятский заповедник, 21 кв. Снядинского л-ва, ствол березы в березняке злаковом, О.П. Шахрай, 09.07.1973, (00438); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ствол ольхи, опушка болота (ирис+осока+окопник), О.П. Шахрай, 27.06.1971, (00439); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, О.П. Шахрай, 22.07.1975,

(00440); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, (00441); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк лишайниковый, ствол сосны, А.Г. Цуриков, 26.06.2004, (00442); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, на сосне, в сосняке лишайниковом, 17.06.1974, (00443); Припятский заповедник, 47 кв. Переровского л-ва, на сосне, в сосняке лишайниковом, 17.06.1974, (00444); Припятский заповедник, 61 кв. Млынокского л-ва, на ветвях березы, О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00445); Припятский заповедник, 46 кв. Рычевскоо л-ва, сосняк вересковый, на рябине, О.П. Шахрай, 26.06.1971, (00446); г. Гомель, окрестности областной больницы, береза повислая, А.Г. Цуриков, 15.07.2007, (00447); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, в сосняке черничном, на сосне, А.Г. Цуриков, 26.05.2010, (00448); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на стволе сосны в сосново-черничниковом лесу, А.Г. Цуриков, 08.08.2011, (00449); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, А.Г. Цуриков, 08.08.2011, (00450); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке злаковом, на березе, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00451); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 03.08.2011, (00452); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на березе, (сосна, береза-пушица, сфагнум, клюква), А.Г. Цуриков, 03.08.2011, (00453); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне, (сосна, береза-пушица, сфагнум, клюква), О.В. Лихачева, 22.03.2006, (00458); Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, в сосняке мшистом на сосне, О.П. Шахрай, 13.07.1974, (00498); Припятский заповедник, 29 кв. Озеранского л-ва, в болоте на ольхе, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00559); Россия, Карелия, о. Кижы, на деревянном заборе, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00571); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк мшистый, на сосне, О.В. Лихачева, 22.03.2006, (00672); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке злаковом на сухой осине, А.Г. Цуриков, 26.04.2005, (00745); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосново-ландышевом лесу на стволе сосны, 04.07.1974, (00830); Гомельский р-н, УНБ "Чёнки", старица р. Сож, поваленная ель, А.Г. Цуриков, 01.04.2007, (00847); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 60, сосняк лишайниковый (41 год), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 25.05.2010, (00860); Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00861).

15. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav. – Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», на коре березы напротив ворот УНБ, Буранова, 20.07.1970, (00387); г. Гомель, остановка «Кристалл», сухая ветка сосны, В.П. Прокопенко, 10.07.1970, (00388); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк орляковый, ствол дуба, Абрамова, 19.07.1971, (00389); Гомельский р-н., Коренёвское л-во, микрозаказник «Аполлон чёрный», на сухой ветке дуба, А.М. Радионова, 24.07.1975, (00390); Гомельская обл., Чечерский р-н, окрестности д. Покоть, на *Betula pendula*, О.П. Шахрай, (00391).

16. *Imshaugia aleurites* (Ach.) S. F. Meyer – Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, в сосняке мшистом на сосне, О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00498); Беловежская Пуща, центральный (главный) вход, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00499); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 174, сосняк багульниковый (65 лет), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 08.08.2011, (00500); Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, примесь ели, на поваленной сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00501); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк брусничный, на стволе сосны, А.М. Радионова, 26.07.1975, (00502); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00503); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, О.П. Шахрай, 16.06.1975, (00504); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, на сосне, О.П. Шахрай, 21.06.1975, (00505); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, на сосне, в сосняке черничном, Г.И. Швец, 08.07.1974, (00506); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на сосне, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00507); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на сосне, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00508); (00509); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на сосне, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00510); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 13.07.1974, (00672).

17. *Masonhalea richardsonii* (Hooker) Kärnefelt – Россия, респ. Хакасия, Таштыпский р-н, Западный Саян, Западно-Саянский перевал, выс. 2100 м н. у. м., кедровое редколесье, на почве возле основания кедра, Н.В. Седельникова, 18.07.2004, (00870).

18. *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 21.07.2005, (00761); Гомельский р-н, окрестности д. Скиток, на коре ивы, А.Г. Цуриков, 15.07.2005, (00762); Беловежская Пуща, центральный (главный) вход, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00763); Буда-Кошелевский р-н, д. Рудня-Ольховка, на иве, А.Г. Цуриков, 07.07.2005, (00764); Речицкий р-н на границе с Гомельским, около шоссе, смешанный лес, А.Г. Цуриков, 15.10.2006, (00765); г. Гомель, р-н «Медгородок», Т.В. Бондарева, 15.08.2005, (00766); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке орляковом, на осине, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00767); Припятский заповедник, 27 кв. Переровского л-ва, ольс крапивный (сырой), ствол ольхи, 20.07.1974, (00768); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 29.04.2005, (00769); Припятский заповедник, 11 кв. Озеранского л-ва, на стволе клена в асс. береза + будра, О.П. Шахрай, 05.06.1971, (00738); Гомельский р-н, окрестности д. Чёнки, А.Г. Цуриков, 29.04.2005, (00770); г. Гомель, ул. Давыдовская, недалеко от остановки «Медгородок», на дубе, А.Г. Цуриков, 17.04.2007, (00771); г. Гомель, ул. Ленинградская, недалеко от спорткомплекса, на березе, А.Г. Цуриков, 26.03.2007, (00772); Припятский заповедник, Рычевское л-во, березняк крапивный, на коре дуба, А.М. Радионова, 16.07.1975, (00773).

19. *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw & Lumbsch – г. Гомель, ул. Зайцева, между 3-й Транзитной ул. и 6-м пер. Ильича, на липе, А.Г. Цуриков, 21.03.2007, (00759); Россия, Самарская обл., 80 кв. Красносамарского л-ва, пойма р. Самары, в липовой дубраве на коре *Fraxinus lanceolata* Bark., Е.С. Корчиков, 18.07.2004, (00760).

20. *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw & Lumbsch – г. Гомель, перекресток ул. Ильича с ул. Ленинградской, на тополе, А.Г. Цуриков, 29.03.2007, (00795); Россия, Самарская обл., 80 кв. Красносамарского л-ва, пойма р. Самары, на коре *Tilia cordata* Mill., С.В. Корчиков, 25.06.2004, (00796); г. Гомель, сквер около ост. «2-я школа», на *Acer platanoides*, А.Г. Цуриков, 02.04.2007, (00797); г. Гомель, ул. Ильича, напротив дома № 87, на клене, А.Г. Цуриков, 26.03.2007, (00798); г. Гомель, 1-я Транзитная ул., около дома № 17, на липе, А.Г. Цуриков, 22.03.2007, (00799); г. Гомель, перекресток 3-й Транзитной ул. и ул. Зайцева, на заборе, А.Г. Цуриков, 21.03.2007, (00800); Гомельский р-н, д. Ст. Терешковичи, на дубе, М.С. Цвирко, 20.10.2006, (00801); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ольс крапивный (сырой), на стволе ясеня, О.П. Шахрай, 15.06.1974, (00802); Россия, Самарская обл., Красносамарское л-во, арена р. Самары, березово-осиновый колос, на коре *Betula pendula* Roth., Е.С. Корчиков, 10.07.2004, (00803); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 21.07.2005, (00804); Припятский заповедник, 64 кв. Переровского л-ва, в осиннике злаковом, на осине, Л.Н. Парукова, 15.06.1973, (00805); Припятский заповедник, 6 кв. Оз.-Мл. л-ва, дубрава злаковая, на стволе осины, В.П. Прокопенко, 20.03.1977, (00806); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в осиннике снытевом на осине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00807); Припятский заповедник, 29 кв. Озеранского л-ва, болото, на стволе дуба, О.П. Шахрай, 26.06.1975, (00808); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке орляковомна сухой осине. О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00809); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в осиннике снытевом, на осине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00810); Припятский заповедник, Млынокское л-во, грабняк снытевый, ствол граба. О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00811); г. Гомель, ул. Ильича, сквер возле остановки «2-я школа», на липе, А.Г. Цуриков, 02.04.2007, (00812); г. Гомель, ул. Ильича, около кинотеатра, на липе, А.Г. Цуриков, 12.04.2007, (00813); г. Гомель, ул. 5-я Техническая, на *Betula pubescens*, А.Г. Цуриков, 16.03.2007, (00814); г. Гомель, ул. Буденного, на липе, А.Г. Цуриков, 22.03.2007, (00815); г. Гомель, 3-й Свердловский пр., на каштане, А.Г. Цуриков, 09.04.2007, (00816); г. Гомель, ул. Давыдовская, на дубе, А.Г. Цуриков, 17.04.2007, (00817).

21. *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw & Lumbsch – Припятский заповедник, Рычевское л-во, березняк черничный, ствол ясеня, А.М. Радионова, 20.07.1975, (00608); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 60, сосняк лишайниковый (41 год), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00818).

22. *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – г. Гомель, ул. Ильича, возле остановки «Кристалл», на ясене, А.Г. Цуриков, 15.03.2007, (00744); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке злаковом на сухой осине, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00745); Припятский заповедник, 64 кв. Переровского л-ва, в осиннике злаковом, на осине, Л.Н. Парукова, 15.06.1973, (00746); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке орляковом, на осине, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00747);

23. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 26.07.1975, (00748); г. Гомель, парк культуры и отдыха им. Луначарского, мост через Лебединое озеро, сухая ветка, А.Г. Цуриков, 09.12.2006, (00749); Припятский заповедник, 6 кв. Рычевского л-ва, дубрава разнотравная, на валежнике, О.П. Шахрай, 27.06.1973, (00750); УНБ «Чёнки», на коре дуба, А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенко, 15.07.2003, (00751); Буда-Кошелевский р-н, д. Рудня-Ольховка, молодые посадки сосны, В.А. Собченко, 14.12.2006, (00752); г. Гомель, ул. Давыдовская, на некотором удалении от остановки «Солнечная», на дубе, А.Г. Цуриков, 17.04.2007, (00753); г. Гомель, 6-я Техническая ул., на липе, А.Г. Цуриков, 16.03.2007, (00754); Гомельский р-н., Коренёвское л-во, микрозаказник «Аполлон чёрный», на березе, А.Г. Цуриков, 01.04.2007, (00755); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 60, сосняк лишайниковый (41 год), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00758); Припятский заповедник, Переровское л-во, дубрава черничная, на валежнике, О.П. Шахрай, 28.06.1973, (00737); Припятский заповедник, 3 кв. Переровского л-ва, дубрава разнотравная, Л.Н. Парукова, 12.07.1971, (00756); Припятский заповедник, Переровское л-во, граб + ветреница, на стволе граба, 30.05.1974, (00757).

24. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – Припятский заповедник, Переровское л-во, в березняке разнотравном на березе, О.П. Шахрай, 18.06.1973, (00774); Буда-Кошелевский р-н, д. Рудня-Ольховка, на иве, А.Г. Цуриков, 07.07.2005, (00775); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк вересковый, ствол березы, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00776); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке мшистом на стволе березы, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00777); Припятский заповедник, 61 кв. Млынокского л-ва, на березе, Т. Черленок, 19.07.1971, (00778); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, 29.04.2005, (00779); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в сосняке мшистом на стволе березы, О.П. Шахрай, 17.06.1975, (00780); Припятский заповедник, колхозный сад в д. Хвоенск, на яблоне, О.П. Шахрай, 13.06.1975, (00781); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке орляковом на сухой осине, О.П. Шахрай, 26.06.1975, (00782); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк мшистый, ствол березы, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00783); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00784); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00785); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00786); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00787); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00788); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00789); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой березе, в сосняке мшистом, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00790); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке злаковом, О.П. Шахрай, 27.07.1975, (00791); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, Л.Н. Парукова, 19.07.1971, (00792); г. Гомель, ул. Севастопольская, вблизи дома № 156, на липе, А.Г. Цуриков, 23.03.2007, (00793); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в ассоциации осина + дуб + разнотравье, на осине, (00794).

### Литература

1. Цуриков, А.Г. Лихенологический отдел гербария GSU. I. Род *Cladonia* Hill ex P. Browne / А.Г. Цуриков, О.М. Храмченкова, Е.В. Цуканова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2012. – № 5 (74). – С. 22–33.
2. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые / Н.С. Голубкова [и др.]; под ред. Н.С. Голубковой. – СПб. : Наука, 1996. – 203 с.
3. Определитель лишайников СССР. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые / Е.Г. Копачевская [и др.]; под ред. И.И. Абрамова. – Ленинград : Наука, 1971. – 412 с.
4. The Lichens of Great Britain and Ireland. 2nd ed. /ed.: C.W. Smith [et al.]. – London : British Lichen Society, 2009. – 1064 p.
5. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota: North Dakota State University, 2011. – <http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklst/chcklst7.htm> (08.10.2011).
6. Lumbsch, H.T. Myconet. Volume 14. Part One. Outline of ascomycota – 2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics / H.T. Lumbsch, S.M. Huhndorf // Fieldiana : Life and Earth Sciences. – 2010 – № 1. – 64 p.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

## Лихенологический отдел гербария GSU. III. Семейство *Parmeliaceae* Zenker (*Parmelia* – *Xanthoparmelia*)

Н.В. ЦУРИКОВА

Приводится список образцов лишайников родов *Parmelia* – *Xanthoparmelia* (семейство *Parmeliaceae*), хранящихся в Научном гербарии Белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» (GSU).

**Ключевые слова:** лишайники, *Parmeliaceae*, гербарий, GSU.

Lichen specimens from genera *Parmelia* – *Xanthoparmelia* (*Parmeliaceae*) housed in the Belarusian Polesye Scientific Herbarium of Francisk Skorina Gomel State University (GSU) are listed in the article.

**Key words:** lichens, *Parmeliaceae*, herbarium, GSU.

**Введение.** Гербарий в высшем учебном заведении – это база для обучения и проведения научной работы сотрудников, студентов, магистрантов, аспирантов, обязательный и незаменимый элемент широкого ботанического образования. Научный гербарий Белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений Учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» (GSU) – ценный ботанический источник о флоре Белорусского Полесья.

Для облегчения работы и упрощения поиска необходимой информации в 2004 году было начато составление электронного каталога образцов лишайников в программе Microsoft Excel. В 2012 году была начата нумерация гербарных конвертов. Настоящая статья продолжает серию публикаций, посвященных лихенологическому отделу гербария GSU [1].

**Методика исследований.** Идентификация хранящихся в коллекции образцов лишайников проводилась в лабораториях кафедры ботаники и физиологии растений биологического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, за что выражаю свою благодарность сотрудникам кафедры. Отдельно хочу поблагодарить доцента кафедры ботаники факультета биологии и экологии УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» В.В. Голубкова за оказанные консультации. Определение образцов проводили стандартными методами с использованием микроскопов Altami CM0745-T и Nikon Eclipse 80 i с использованием определительных ключей [2]–[4]. Номенклатура таксонов приводится согласно [5]. Объем семейства *Parmeliaceae* трактуется в рамках работы [6].

**Результаты и их обсуждение.** В настоящей статье приводим каталог лишайников семейства *Parmeliaceae*, в рамках родов *Parmelia* – *Xanthoparmelia*, хранящихся в GSU согласно [1].

1. *Parmelia sulcata* Tayl. – ст. Чёнки, на черёмухе, В.М. Лебедько, 15.07.1970, (00674); Припятский заповедник, Переровского л-ва, ствол осины, 04.06.1974, (00675); Припятский заповедник, 15 кв. Озеранского л-ва, на стволе дуба, в смешанном лесу, О.П. Шахрай, 13.06.1973, (00676); Припятский заповедник, 87 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк черничный, на гнилом пне, В.П. Прокопенко, 21.03.1977, (00677); Припятский заповедник, 87 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк черничный, на гнилом пне, О.П. Шахрай, 26.06.1975, (00678); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00679); Припятский заповедник, Рычевское л-во., березняк орляковый, на старом пне, А.М. Радионова, 22.07.1976, (00680); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва., ствол ясеня, в ольсе крапивном (сырой), О.П. Шахрай, 15.06.1974, (00681); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, березняк черничный, ствол дуба, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00682); Припятский заповедник, Озеранского л-во, на дубе 22.07.1975, (00683); Припятский заповедник, Переровского л-ва, ствол осины, 04.06.1974, (00684); Припятский заповедник, 46 кв. Рычевского л-ва, сосняк черничный, на рябине, Л.Н. Парукова, 10.07.1972, (00685); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на рябине,

О.П. Шахрай, (00686); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, (00687); Припятский заповедник, 2 кв. Переровского л-ва, дубрава черничная, на березе, О.П. Шахрай, 19.06.1972, (00688); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на осине, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00689); Припятский заповедник, 11 кв. Озеранского л-ва, на стволе клена, в ассоциации береза-будра, О.П. Шахрай, 07.06.1971, (00690); Припятский заповедник, Сологубовское л-во, дубрава злаковая, на дубе, О.П. Шахрай, 24.07.1975, (00691); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00692); Припятский заповедник, 61 кв. Млынокского л-ва, на березе, О.П. Шахрай, 19.07.1971, (00693); Припятский заповедник, 28 кв. Озеранского л-ва, на валежнике, О.П. Шахрай, 18.06.1971, (00694); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, на березе 08.07.1974, (00695); Припятский заповедник, 2 кв. Переровского л-ва, дубрава черничная, на валежнике, Л.Н. Парукова, 10.07.1973, (00696); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на рябине, в березняке разнотравном, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00697); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, на гнилом пне, в сосняке лишайниковом, 09.07.1974, (00698); Припятский заповедник, Млынокскоел-во, в дубраве орляковой, на дубе, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00699); Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, ствол дуба (сосна+дуб-папоротник+марьянник), О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00700); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине (на заборе), О.П. Шахрай, 18.06.1974, (00701); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, ясенник кисличный, Л.Н. Парукова, 25.06.1973, (00702); Припятский заповедник, 20 кв. Переровского л-ва, на гниющей осине, О.П. Шахрай, (00703); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00704); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00705); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00706); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00707); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ветви дуба, в березняке злаковом, (00708); УНБ «Чёнки», смешанный лес, кора дуба, Юрченко, 17.07.1970, (00709); Припятский заповедник, окрестности п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 22.07.1975, (00710); Припятский заповедник, Рычевскоел-во, на дубе, О.П. Шахрай, (00711); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, в березняке злаковом, на ветвях поваленного дуба, О.П. Шахрай, 20.06.1974, (00712); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на стволе дуба (дуб+береза+папоротник), О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00713); Припятский заповедник, 23 кв. Переровского л-ва, в ольсе крапивном, на гнилой ольхе, О.П. Шахрай, (00714); Припятский заповедник, п. Хвоенск, на обработанной древесине, О.П. Шахрай, 20.06.1975, (00715); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на рябине, О.П. Шахрай, (00716); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, на рябине, О.П. Шахрай, (00717); Припятский заповедник, 18 кв. Млынокского л-ва, на сухой осине, в осиннике злаковом, 15.06.1973, (00718); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00719); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00720); Припятский заповедник, 29 кв. Озеранского л-ва, на старой ольхе в болоте, О.П. Шахрай, 25.06.1975, (00721); Припятский заповедник, Переровское л-во, дубрава черничная, на валежнике, О.П. Шахрай, 28.06.1973, (00722); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00723); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00724); Припятский заповедник, Млынокское л-во, на сухой осине, в сосняке орляковом, О.П. Шахрай, 26.07.1975, (00725); Припятский заповедник, 12 кв. Переровского л-ва, поваленное дерево в дубраве, Л.Н. Парукова, 09.07.1973, (00726); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 15.07.2003, (00727); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 15.07.2003, (00728); 27 кв. сосняк орляково-черничный (+дуб, +береза) 5 пл. Дуб, 18.07.1975, (00729); 34 кв. пл.5, осина h=1,5 м, (00730); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 27.03.2003, (00731); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, Л.Н. Парукова, 12.07.1973, (00732); Беловежская Пуща, центральный (главный) вход, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00733); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», Т.В. Бондарева, 09.09.2005, (00734); Припятский заповедник, 2 кв. Переровского л-ва, дубрава будровая, на валежнике, О.П. Шахрай, 28.05.1974, (00735);

Гомельский р-н, ст. Чёнки, смешанный лес, на осине, Терещенко, 10.07.1970, (00736); Припятский заповедник, Переровское л-во, дубрава черничная, на валежнике, О.П. Шахрай, 28.06.1973, (00737); Припятский заповедник, 11 кв. Озеранского л-ва, на стволе клена в асс. береза + будра, О.П. Шахрай, 05.06.1971, (00738); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, 08.07.1974, (00739); Россия, Красноярский край, г. Красноярск, заповедник «Столбы» на скале, С.В. Конопляная, 10.08.2010, (00740); Брестская обл., Дрогичинский р-н, г. п. Антополь, школьный стадион, деревянное ограждение, Г.Г. Шульжик, 19.09.2011, (00741); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 60, сосняк лишайниковый (41 год), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00742); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 63, сосняк вересковый (70 лет), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00743).

2. *Parmelina quercina* (Willd.) Hale – Украина, Крым, окрестности д. Айданим, мыс Мартыян, пос. Линейный, на сухих ветвях дуба, В.В. Голубков, 05.08.2008, (00614).

3. *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale. – УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 26.06.2004, (00615); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 26.06.2004, (00616); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 23.06.2004, (00617); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенкова, 23.06.2004, (00618).

4. *Parmeliopsis ambigua* Nyl. – Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, смесь ели, на поваленной сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00501); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, сосняк мшистый, на гнилом пне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00511); Припятский заповедник, Рычевское л-во, гнилой пень, в сосняке, О.П. Шахрай, (00512); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, сосняк мшистый, на валежнике, О.П. Шахрай, 18.06.1971, (00513); Припятский заповедник, Озеранское л-во, сосняк черничный, на стволе, А.М. Радионова, 09.07.1975, (00514); Припятский заповедник, 63 кв. Озеранского л-ва, сосняк лишайниковый, гнилая древесина, Швец, 09.07.1975, (00515); Припятский заповедник, 59 кв. Рычевского л-ва, на гнилой древесине, О.П. Шахрай, 09.07.1975, (00516); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, гнилой пень, 09.07.1975, (00517); Припятский заповедник, 52 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на гнилом пне, 09.07.1975, (00518); Припятский заповедник, Переровское л-во, на гнилом пне (ель – граб + майник – земляника); 09.07.1975, (00519); Речицкий р-н, рядом с границей с Гомельским, около шоссе, сосняк, бревно, А.Г. Цуриков, 09.07.1975, (00520); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, сосняк мшистый, на бревне, В.Н. Лебедько, 09.07.1975, (00521); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 174, сосняк багульниковый (65 лет), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.07.1975, (00522); Гомельский р-н, Калининское л-во, кв. 8, сосняк мшистый (110 лет), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.07.1975, (00523); Припятский заповедник, 63 кв. Озеранского л-ва, березняк орляковый, валежник, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00524); Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00861).

5. *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arnold – Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на поваленной сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00320); Припятский заповедник, 63 кв. Озеранского л-ва, березняк орляковый, валежник, Г.И. Швец, 10.07.1974, (00524).

6. *Parmotrema stupreum* (Taylor) Hale – Припятский заповедник, 7 кв. Переровского л-ва., ясенник кисличный, на ясене, Л.Н. Парукова, 10.06.1975, (00619); Припятский заповедник, 15 кв. Переровского л-ва., в дубраве орляковой, на дубе, О.П. Шахрай, 10.06.1974, (00620).

7. *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb. – Днепро-Березинское охотхозяйство, вблизи д. Чеботовичи Буда-Кошелевского р-на, у основания березы, А.Г. Цуриков, 21.10.2003, (00544); Днепро-Березинское охотхозяйство, вблизи д. Чеботовичи Буда-Кошелевского р-на, у основания березы, А.Г. Цуриков, 21.10.2003, (00545); Припятский заповедник, Сологубовское л-во, на березе, О.П. Шахрай, 23.07.1975, (00546); Припятский заповедник, Сологубовское л-во, на березе, О.П. Шахрай, 23.07.1975, (00547); Припятский заповедник, Сологубовское л-во, на березе, О.П. Шахрай, 23.07.1975, (00548); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк лишайниковый, на валежнике, О.П. Шахрай, 02.07.1975, (00549); Припятский заповедник, Рычевское л-во, гнилой пень, в сосняке, О.П. Шахрай, (00550); Припятский заповедник, Озеранское л-во., сосняк черничный, на ольхе, О.П. Шахрай,

26.06.1975, (00551); Беловежская Пуща, центральный (главный) вход, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00552); Беловежская Пуща, центральный (главный) вход, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00553).

8. *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch – УНБ «Чёнки», около лагеря, дорога по направлению к реке, А.Г. Цуриков, 21.07.2005, (00621); УНБ «Чёнки», около лагеря, дорога по направлению к реке, А.Г. Цуриков, 21.07.2005, (00622); УНБ «Чёнки», А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенко, 26.06.2004, (00623); УНБ «Чёнки», на коре дуба, А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенко, 23.06.2004, (00624); УНБ «Чёнки», березовый лес с вкраплениями дуба, 9Б 1Д, на березе, А.Г. Цуриков, 10.09.2002, (00625); УНБ «Чёнки», смешанный лес, на коре дуба  $d=20$  см.,  $h=0,5$  м, А.Г. Цуриков, 10.09.2002, (00626); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», на коре дуба, высота 2 м., А.Г. Цуриков, 14.06.2005, (00627); ст. Чёнки, на осине, Дягилева, 20.07.1970, (00628); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на осине, в осиново-орляковом лесу, О.П. Шахрай, 28.06.1971, (00629).

9. *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf. – Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, в сосняке мшистом на сосне, О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00498); Днепро-Березинское охото-хозяйство, д. Кленовица, Буда-Кошелёвского р-на, опушка смешанного леса 5С 5Б, А.Г. Цуриков, Н.В. Тимошенко, 03.07.2005, (00630); Припятский заповедник, 47 кв. Переровского л-ва, березняк черничный, на березе, Л.Н. Парукова, 20.05.1975, (00631); Припятский заповедник, 12 кв. Переровского л-ва, ольс крапивный, на дубе, Л.Н. Парукова, 22.06.1973, (00632); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, В.Н. Лебедько, 12.09.2004, (00633); Кормянский р-н, окрестности д. Кляпино, В.Н. Лебедько, 12.09.2004, (00634); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк лишайниковый, на стволе сосны, В.П. Прокопенко, 02.03.1977, (00635); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, в сосняке черничном, на сосне, О.П. Шахрай, 09.07.1973, (00636); Припятский заповедник, 62 кв. Млынокского л-ва, на сосне, в сосняке вересковом, О.П. Шахрай, 07.07.1973, (00637); Припятский заповедник, Млынокское л-во, в сосняке мшистом, на сосне, 01.06.1974, (00638); Припятский заповедник, Млынокское л-во, ствол сосны, сосна+можжевельник+ястребинка, 01.06.1974, (00639); Припятский заповедник, 100 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк черничный, на стволе сосны, В.П. Прокопенко, 15.03.1977, (00640); Припятский заповедник, 73 кв. Рычевского л-ва, в сосняке лишайниковом, на стволе сосны, О.П. Шахрай, 18.07.1973, (00641); Припятский заповедник, Озеранскоел-во, дубрава злаковая, на стволе дуба, В.П. Прокопенко, 03.03.1977, (00642); Припятский заповедник, 91 кв. Рычевского л-ва, сосняк багульниковый, на сосне, Л.И. Парукова, 14.07.1972, (00643); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк папоротниковый, на березе, 04.07.1974, (00644); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на сосне, Г.И. Швец, 20.06.1974, (00645); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, березняк черничный, ствол березы, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00646); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, на стволе сосны, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00647); Припятский заповедник, 73 кв. Рычевского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, Л.И. Парукова, 26.07.1973, (00648); Припятский заповедник, 18 кв. Снядинского л-ва, ствол ольхи, болото (осока, ирис, окопник), О.П. Шахрай, 24.06.1974, (00649); Припятский заповедник, 49 кв. Рычевского л-ва, на сосне, в сосняке мшистом, О.П. Шахрай, 16.07.1973, (00650); Припятский заповедник, 62 кв. Озеранского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, Г.И. Швец, 11.07.1974, (00651); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне (сосна-береза+сфагнум – пушица+клюква), О.П. Шахрай, 18.06.1974, (00652); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00653); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, О.П. Шахрай, 20.06.1973, (00654); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00655); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00656); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00657); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974,

(00658); Припятский заповедник, 73 кв. Озеранского л-ва, на березе (верховое болото, сосна-береза-пушица-сфагнум-клюква), О.П. Шахрай, 02.07.1974, (00659); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, на березе, в березняке разнотравном, О.П. Шахрай, 12.07.1973, (00660); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, ствол сосны, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 06.07.1974, (00661); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк мшистый, на стволе осины, Г.И. Швец, 04.07.1974, (00662); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на сосне в сосняке мшистом, О.П. Шахрай, 20.06.1974, (00663); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на стволе сосны, О.П. Шахрай, 14.06.1971, (00664); Гомельский р-н, Ст. Чёнки, ствол сосны, Лялькова, 18.07.1970, (00665); Гомельский р-н, Чёнки, сосновый лес, Цымбалова, 18.07.1970, (00666); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, на стволе осины в сосново-ланд. лесу, О.П. Шахрай, 08.07.1971, (00667); Украина, Черниговская обл., д. Автуничи, 2 км, соновый лес, сосна, Пархоменко, 10.07.1970, (00668); Гомельский р-н, бор севернее д. Борец, Гулецкая, 16.07.1970, (00669); Гомельский р-н, бор севернее д. Борец, Гулецкая, 16.07.1970, (00670); Припятский заповедник, 9 кв. Переровского л-ва, в осиннике снытевом на стволе осины, Г.И. Швец, 09.06.1974, (00671); Припятский заповедник, Млынокскоел-во, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 13.07.1974, (00672); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», старица р. Сож, на сосне, А.Г. Цуриков, 28.04.2005, (00673).

10. *Tuckermannopsis chlorophylla* (Willd. in numb.) Hale – Беловежская пуца, центральный вход для экскурсий, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00554); Беловежская пуца, центральный вход для экскурсий, А.Г. Цуриков, 23.07.2005, (00555); на изгороди на лесной поляне, 04.06.1974, (00556); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, 08.07.1974, (00557).

11. *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale – Буда-Кошелевский р-н, д. Рудня-Ольховка, сосняк, сухие веточки сосны, А.Г. Цуриков, 04.09.2005, (00558); Припятский заповедник, 29 кв. Озеранского л-ва, в болоте на ольхе, О.П. Шахрай, 25.06.1975, (00559); Припятский заповедник, Переровское л-во, на сухих ветвях березы, 30.05.1974, (00560); Припятский заповедник, Переровское л-во, на сухих ветвях березы, 30.05.1974, (00561); Припятский заповедник, 106 кв. Млынокского л-ва, на сосне, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 20.06.1973, (00562); Припятский заповедник, 27 кв. Переровского л-ва, на обработанной древесине, 10.06.1974, (00563); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, Г.И. Швец, (00564); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, на березе, в березняке злаковом, О.П. Шахрай, 17.06.1971, (00565); Припятский заповедник, 7 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ствол сосны, О.П. Шахрай, 08.07.1974, (00566); Припятский заповедник, 12 кв. Переровского л-ва, на валежнике (дуб+будра), О.П. Шахрай, 18.07.1973, (00567); Припятский заповедник, 63 кв. Озеранского л-ва, сосняк лишайниковый, ветви сосны, Швец, 19.07.1974, (00568); Припятский заповедник, 61 кв. Млынокского л-ва, сосняк черничный, на валежнике, О.П. Шахрай, 07.07.1973, (00569); Припятский заповедник, 31 кв. Озеранского л-ва, на березе, в березово-злаковом лесу, О.П. Шахрай, 20.05.1971, (00570); Карелия, о. Кижы, на деревянном заборе, Н.В. Седельникова, 25.09.2008, (00571); г. Гомель, окрестности завода Кристалл, молодые посадки сосны, В.А. Собченко, 23.04.2008, (00572); Гомельская обл., Кормянский р-н, окр-ти д. Струмень, на сухой веточке, А.Г. Цуриков, 26.05.2010, (00573); Припятский заповедник, 29 кв. Озеранского л-ва, на ольхе, Л.Н. Парукова, 26.11.1975, (00574).

12. *Usnea filipendula* Stirt. – Карелия, заповедник "Кивач", окрестности водопада "Кивач" на р. Суна, на березе, В.В. Голубков, 25.09.2008, (00819).

13. *Usnea hirta* (L.) Wigg. – Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк мшистый, на сосне, О.П. Шахрай, 13.07.1974, (00672); Гомельский р-н, окрестности УНБ «Чёнки», на коре сосны, около старицы р. Сож, А.Г. Цуриков, 29.04.2005, (00820); УНБ «Чёнки», на сосне, А.Г. Цуриков, 16.06.2002, (00821); УНБ «Чёнки», на сосне, А.Г. Цуриков, 16.06.2002, (00822); Припятский заповедник, 85 кв. Оз-Мл. л-ва, сосняк долгомошник, на стволе сосны, В.П. Прокопенко, 15.03.1977, (00823); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на березе, (сосна, береза – пушица, сфагнум, клюква), 18.06.1974, (00824); Припятский заповедник, Млынокское л-во,

сосняк вересковый, на стволе сосны, В.П. Прокопенко, 13.03.1977, (00825); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом на стволе березы, 05.07.1974, (00826); д. Кленовица, смешанный лес 5С 5Б, на коре сосны, А.Г. Цуриков, 03.07.2005, (00827); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, опушка болота, ствол сосны (ирис+осока+окопник), (00828); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в березняке злаковом на стволе березы, 18.07.1974, (00829); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосново-ландышевом лесу на стволе сосны, О.П. Шахрай, 26.06.1971, (00830); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в березняке злаковом, ствол березы, 18.07.1974, (00831); Припятский заповедник, Млынокскоел-во, в сосняке мшистом, на сосне, О.П. Шахрай, 10.06.1975, (00832); Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в березняке злаковом на стволе березы, О.П. Шахрай, 19.07.1971, (00833); Гомельский р-н, окрестности леса УНБ «Чёнки», Я.Н. Гончарова, И.А. Ковалева, 20.07.2003, (00834); Припятский заповедник, 59 кв. Озеранского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, Г.И. Швец, 08.07.1974, (00835); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом на стволе сосны, 06.07.1974, (00836); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, в березняке разнотравном, на березе, 12.07.1973, (00837); Припятский заповедник, 18 кв. Млынокского л-ва, в сосняке лишайниковом, на сосне, 05.07.1974, (00838); Припятский заповедник, Переровское л-во, ствол сосны (сосна-ель+ландыш-майник), 04.06.1974, (00839); Припятский заповедник, 52 кв. Млынокского л-ва, в сосново-черничном лесу на сосне, О.П. Шахрай, 07.07.1973, (00840); Припятский заповедник, 72 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на сосне, (сосна, береза-пушица, сфагнум, клюква), 18.06.1974, (00841); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00842); Припятский заповедник, Млынокское л-во, сосняк вересковый, на стволе сосны, В.П. Прокопенко, 13.03.1977, (00843); Припятский заповедник, 60 кв. Млынокского л-ва, на березе, Л.Н. Парукова, 19.07.1971, (00844); Припятский заповедник, 23 кв. Снядинского л-ва, ствол ольхи, болото (ирис+осока, окопник), О.П. Шахрай, 18.06.1974, (00845); Припятский заповедник, 73 кв. Озеранского л-ва, верховое болото, на березе (сосна-береза+пушица-сфагнум-клюква), 02.07.1974, (00846); Гомельский р-н, УНБ «Чёнки», старица р. Сож, поваленная ель, А.Г. Цуриков, 15.07.2007, (00847); Перекресток объездной дороги г. Гомеля и Речицкого шоссе, сосняк мшистый, на сосне, А.Г. Цуриков, 30.09.2007, (00848); Карелия, г. Петрозаводск, мкр-н Соломенное, окр. Ботанического сада ПетрГУ, урочище "Чертов стул", выход вулканических пород, на сосне, Ю.М. Бачура, 25.09.2008, (00849); Лоевский р-н, Лоевское л-во, кв. 63, сосняк вересковый (70 лет), на корке сосны, А.Г. Цуриков, 09.08.2011, (00850).

14. *Usnea longissima* Ach. – респ. Тува, нагорье Сангилен, бассейн р. Нарын, левый берег ручья Кара-Суг, лишайниково-ярниковая тундра, выс. 2300 м н. у. м., лиственница, ветви, Н.В. Седельникова, 08.07.1978, (00851).

15. *Usnea subfloridana* Stirt. – Припятский заповедник, 60 кв. Озеранского л-ва, в березняке злаковом, ствол березы, 18.07.1974, (00852); Припятский заповедник, 59 кв. Озеранского л-ва, сосняк лишайниковый, на сосне, Г.И. Швец, 08.07.1974, (00853); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, сосняк орляковый, ствол дуба, 04.07.1974, (00854); Припятский заповедник, 106 кв. Оз.-Мл. л-ва, сосняк мшистый, на срубленном дубе, В.П. Прокопенко, 15.03.1977, (00855); Припятский заповедник, 66 кв. Рычевского л-ва, в березняке разнотравном, на березе, 12.07.1973, (00856); Припятский заповедник, Переровское л-во, ствол сосны (сосна-ель+ландыш-майник), 04.06.1974, (00857); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, в сосняке лишайниковом, на сосне, О.П. Шахрай, 04.07.1974, (00858); УНБ «Чёнки», на сосне, А.Г. Цуриков, 16.06.2002, (00859).

16. *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai – Россия, Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на поваленной сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00320); Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, примесь ели, на поваленной сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00501); Карелия, о. Кижы, на деревянном заборе, Н.В. Седельникова, 25.09.2008, (00571); г. Гомель, ул. Пивоварова, недалеко от перекрестка с ул. Озерной, на липе, А.Г. Цуриков, 23.07.2007, (00581); Ленинградская обл., Карельский перешеек, окрестности д. Комарово, на сухой ветке ели, А.Г. Цуриков, 19.09.2007, (00582); Карелия, заповедник "Кивач", сосняк, на поваленной

сосне, А.Г. Цуриков, 25.09.2008, (00583); Припятский заповедник, 74 кв. Млынокского л-ва, на березе, в сосняке лишайниковом, О.П. Шахрай, 10.06.1973, (00575); Припятский заповедник, Рычевское л-во, березняк вересковый, ствол сосны, А.М. Радионова, 26.07.1975, (00576); Припятский заповедник, Переровское л-во, на гнилом пне (ель–граб+майник–земляника), 30.05.1974, (00577); Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского л-ва, на стволе сосны, сосняк лишайниковый, О.П. Шахрай, 15.06.1971, (00578); Припятский заповедник, 106 кв. Млынокского л-ва, сосняк лишайниковый, ветви сосны, у основания ствола, О.П. Шахрай, 10.06.1974, (00579); Буда-Кошелевский р-н, д. Рудня-Ольховка, на гнилом бревне, В.А. Собченко, 14.12.2006, (00580); Гомельская обл., Чечерский р-н, окрестности д. Покоть, на *Betula pendula*, А.Г. Цуриков, 25.05.2010, (00584).

17. *Xanthoparmelia camtschadalis* (Ach.) Hale – Россия, Астраханская обл., п. Капустин Яр, в степи, на почве, (00883); Россия, Самарская обл., Большеглушицкий р-н, окр. с. Южный (3 км. на с.-в. от села), вершина холма, на почве в типчаковой степи, Е.С. Корчиков, 03.07.2004, (00884); Россия, Красноярский край, окр. с. Красный завод, Боготольского р-на, С.В. Конопляная, 23.07.2007, (00885).

18. *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale – Россия, Карелия, г. Петрозаводск, мкр-н Соломенное, окр. Ботанического сада ПетрГУ, урочище "Чертов стул", выход вулканических пород, на туфе, А.Г. Цуриков, 26.09.2008, (00878); Россия, Карелия, о. Кижы, каменное основание ограды Кижского погоста, А.Г. Цуриков, 27.09.2008, (00879); по дороге к дер. Каменюки, на камне, ястребинка, 04.06.1974, (00880); по дороге к дер. Каменюки, на камне, ястребинка, 04.06.1974, (00881); по дороге к дер. Каменюки, на камне, ястребинка, 04.06.1974, (00882);

19. *Xanthoparmelia rysssolea* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch f. rokorpi (Koerb.) Elenkin – Россия, Воронежская обл., Лискинский р-н., окр-ти г. Лиски, берег р. Дон, на вершине меловых гор, типчаково-попынная степь на почве, Е.С. Корчиков, 25.09.2005, (00877).

### Литература

1. Цуриков, А.Г. Лихенологический отдел гербария GSU. I. Род *Cladonia* Hill ex P. Browne / А.Г. Цуриков, О.М. Храмченкова, Е.В. Цуканова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2012. – № 5(74). – С. 22–33.

2. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые / Н.С. Голубкова [и др.]; под. ред. Н.С. Голубковой. – СПб. : Наука, 1996. – 203 с.

3. Определитель лишайников СССР. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые / Е.Г. Копачевская [и др.]; под. ред. И.И. Абрамова. – Ленинград : Наука, 1971. – 412 с.

4. The Lichens of Great Britain and Ireland. 2nd ed. /ed. : C.W. Smith [et al.]. – London: British Lichen Society, 2009. – 1064 p.

5. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota : North Dakota State University, 2011. – Режим доступа : <http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklst/chcklst7 htm>. – Дата доступа - 08.10.2011.

5. Lumbsch, H.T. Myconet. Volume 14. Part One. Outline of ascomycota – 2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics / H.T. Lumbsch, S.M. Huhndorf // Fieldiana : Life and Earth Sciences. – 2010 – № 1. – 64 p.

## Содержание

### БИОЛОГИЯ

Абрамова И.В., Гайдук В.Е., Вальчук С.И. Структура и динамика населения птиц в гнездовой период рыбхоза «Страдочь».....	3
Арастович Т.В. Оценка химических показателей продовольственной безопасности картофеля на загрязненных радионуклидами землях.....	10
Багинский В.Ф. Прогноз динамики запасов нормальных сосновых древостоев в основных типах леса Белорусского Полесья в связи с изменением климата.....	18
Бачура Ю.М., Храмченкова О.М. Выбор индикаторных видов почвенных водорослей на основании анализа приуроченности альгосообществ к различным видам антропогенной нагрузки.	24
Беляева Л.А. Толкачева Л.М. Ингибированные буровые растворы на основе ОМС.....	32
Веремеев В.Н., Гулаков А.В. Комплексы почвообитающих беспозвоночных пойменной экосистемы в условиях сенокосно-пастбищного использования.....	38
Гончаренко Г.Г., Галиновский Н.Г., Азявчикова Т.В. Определительная таблица подотрядов и семейств перепончатокрылых ( <i>Ectognatha</i> , <i>Hymenoptera</i> ) зеленых насаждений Беларуси.....	45
Гулаков А.В. Патоморфологические изменения сердечно-сосудистой системы диких млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения.....	57
Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф. Оценка состояния прибрежно-водной растительности Гомельского района.....	63
Дворник А.А., Дворник А.М. Математическая модель атмосферного переноса <sup>137</sup> Cs с дымом лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения.....	71
Ковалева О.В. Биоразнообразие зоопланктона и экологическое состояние некоторых малых рек Беларуси.....	78
Кожедуб Т.И., Дроздов Д.Н. Изменения концентрации тяжелых металлов в плодовых телах <i>Boletus edulis</i> и <i>Russula vesca</i> при различных способах кулинарной обработки.....	86
Кузь И.А. Растительный покров склоновых болот Среднего Приднестровья (Украина)..	92
Кураченко И.В., Юрченко И.С. Оценка зараженности моллюсков как промежуточных хозяев трематод водоемов на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.....	99
Лазарева М.С., Климович Л.К., Ефименко В.М. Фитоценотические взаимоотношения древесных видов в производных мелколиственных насаждениях Беларуси.....	105
Макаренко Т.В. Загрязнение высших водных растений водоемов и водотоков Гомеля и прилегающих территорий.....	112
Падутов А.Е., Мальцев Н.В., Кожемякина А.П., Бутьковец В.В. Древесно-кустарниковая растительность памятника природы «Гомельский дворцово-парковый ансамбль».	122
Потапов Д.В., Гончаренко Г.Г. Определительные таблицы аборигенных земноводных и пресмыкающихся Беларуси.....	130
Рассашко И.Ф., Ковалева О.В., Вежновец В.В. Биоразнообразие и особенности географического распространения ветвистоусых ракообразных ( <i>cladocera</i> ), представленных в водных экосистемах Белорусского Полесья.....	136
Саварин А.А. Об экологии и морфологической изменчивости <i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811) на юго-востоке Беларуси.....	143
Тимофеева Т.А. Применение ГИС-технологий для прогнозирования радиоактивного загрязнения травостоя пойменных экосистем.....	150
Трухоновец В.В., Колодий Т.А., Бисько Н.А., Поединок Н.Л. Вегетативный рост и плодоношение грибов рода <i>Pleurotus</i> на растительных субстратах.....	159
Тюлькова Е.Г. Сравнительный анализ накопления свинца и кадмия в органах и тканях сизого голубя в условиях эксперимента.....	166
Цуриков А.Г., Цурикова Н.В., Храмченкова О.М., Цуканова Е.Е. Лихенологический отдел гербария GSU. II. Семейство <i>Parmeliaceae</i> Zenker ( <i>Alectoria</i> – <i>Melanohalea</i> ).....	173
Цурикова Н.В., Лихенологический отдел гербария GSU. III. Семейство <i>Parmeliaceae</i> Zenker ( <i>Parmelia</i> – <i>Xanthoparmelia</i> ).....	184



## Contents

### BIOLOGY

I.V. Abramova, V.E. Gaiduk, S.I. Valchuk. <i>Structure and Dynamics of Bird Population of Fish farm «Stradoch» during the breeding period</i> .....	3
T.V. Arastovich. <i>Evaluation of chemical indicators of potato food security on the radionuclide contaminated land</i> .....	10
V.F. Baginsky. <i>Forecast of reserve of normal pine stands in the major forest types of the Belarusian Polesye in relation to climate change</i> .....	18
U.M. Bachura, O.M. Hramchenkova. <i>Selection of indicator species of soil algae on the basis of the analysis of the algae group confinement to various anthropogenic pressures</i> .....	24
L.A. Beliaeva, L.M. Tolkacheva. <i>Inhibited drilling solutions based on OMM</i> .....	32
V.N. Veremeev, A.V. Gulagov. <i>Complexes of soil-invertebrates floodplain ecosystem in hay-pasture use</i> .....	38
G.G. Goncharenko, N.G. Galinovsky, T.V. Aziavchikova. <i>Definitive table of suborders and families of Hymenoptera (Ectognatha, Hymenoptera) of green plantings in Belarus</i> .....	45
A.V. Gulakov. <i>Pathomorphological changes in the cardiovascular system of wild mammals living in the radioactive contaminated areas</i> .....	57
N.M. Daineko, S.F. Timofeev. <i>Assessment of riverside and water vegetation in the Gomel region</i> .....	63
A.A. Dvornik, A.M. Dvornik. <i>Mathematical model of the atmospheric transport of <sup>137</sup>Cs with the smoke of forest fires in the radioactive contaminated zones</i> .....	71
O.V. Kovaleva. <i>Zooplankton biodiversity and ecological status of some small rivers in Belarus</i> .....	78
T.I. Kozhedub, D.N. Drozdov. <i>Changes in the concentration of heavy metals in fruiting bodies of Boletusedulis and Russulavesca at various ways of cooking</i> .....	86
I.A. Kuz. <i>Vegetation cover of slope bogs in Middle Pridnestrovie (Ukraine)</i> .....	92
I.V. Kurachenko, I.S. Yurchenko. <i>Assessment of contaminated clams as intermediate hosts of trematode in rivers in Polessky State Radiation and Ecological Reserve</i> .....	99
M.S. Lazareva, L.K. Klimovich, V.M. Efimenko. <i>Phytocenosis relations of trees species in derivative small-leaved forests in Belarus</i> .....	105
T.V. Makarenko <i>Higher hydrophytes pollution of Gomel reservoirs and adjacent territories</i> .....	112
A.E. Padutov, N.V. Maltseva, A.P. Kozhemyakina, V.V. Butkovets V. <i>Trees and bushes of monument of nature "Gomel Palace and Park Ensemble"</i> .....	122
D.V. Potapov, G.G. Goncharenko. <i>Definitive tables of native amphibians and reptiles in Belarus</i> .....	130
I.F. Rassashko, O.V. Kovaleva, V.V. Vezhnovets. <i>Biodiversity and geographical distribution of cladocerans (cladocera) represented in water ecosystems of the Belarusian Polesye</i> .....	136
A.A. Savarin. <i>Ecological and morphological variability of Crocidura suaveolens (Pallas, 1811) in the South-East of Belarus</i> .....	143
T.A. Timofeeva. <i>Application of GIS technology to predict the contamination of grass floodplain ecosystems</i> .....	150
V.V. Truhonovets, T.A. Kolodiy, N.A. Bisko, N.L. Poedinok <i>Vegetative growth and fruiting fungi of the genus Pleurotus in the plant substrates</i> .....	159
E.G. Tulkova <i>The comparative analysis of lead and cadmium accumulation in a blue rock pigeon bodies and fabrics in the experiment conditions</i> .....	166
A.G. Tsurikov, N.V. Tsurikova, O.M. Hramchenkova, E.V. Tsukanova. <i>Lichen herbarium department of GSU. Parmeliaceae Zenker (Alectoria – Melanohalea)</i> .....	173
N.V. Tsurikova. <i>Lichen herbarium department of GSU. III. Parmeliaceae Zenker (Parmelia – Xanthoparmelia)</i> .....	184