

УДК 581.93:581.526.3:556.53:556.55

ОЦЕНКА СХОДСТВА ВИДОВОГО СОСТАВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПАРЦИАЛЬНЫХ ФЛОР РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПУХОВИЧСКОЙ РАВНИНЫ

К.Л. Савицкая

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники
имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларусь»

Закономерности дифференциации разнообразия водных и околоводных растений по различным категориям водных объектов в Беларусь не установлены.

Цель работы — определить степень сходства видового состава и структуры флор разнотипных водоемов и водотоков Пуховичской равнины.

Материал и методы. Анализировались видовые перечни растений 246 водных объектов 7 типов, полученные с применением метода сеточного картирования. Для оценки сходства парциальных флор использовался индекс Брея — Кёртиса, выполнялся кластерный анализ по алгоритму UPGMA в программе Past.

Результаты и их обсуждение. В реках равнины выявлено 153 вида растений (включая 5 гибридов), речных прудах — 142 (6), мелиоративных каналах — 142 (3), водохранилищах — 136 (1), озерах — 104 (1), обводненных карьерах — 94, прудах-копанях — 85 (3). Степень связи видов с определенным(и) типом(ами) водных объектов убывает в ряду: гидрофиты (погруженные укореняющиеся — погруженные неукореняющиеся — укореняющиеся с плавающими на поверхности воды листьями — свободно плавающие на поверхности воды) — гелофиты — гигрогелофиты — гигрофиты. Гидрофиты и прибрежно-водные растения по количеству видов одинаково представлены в речной и канальной сетях, включая пруды (в пропорции гидро-, гело- и гигрогелофиты — 3:1:2), в остальных водоемах прибрежно-водные растения преобладают (2:1:2).

Заключение. Видовое разнообразие водных и околоводных растений равнины уменьшается со снижением степени пропитанности водных объектов и их сообщения с речной сетью. Разнотипные водные объекты, особенно реки и мелиоративные каналы, характеризуются высоким сходством парциальных флор, а также структуры трофо-, гелио-, гало- и ацидоморф. Наиболее отличаются от других водных объектов, но неспецифичны по видовому составу растений пруды-копаны и карьеры. По мере ослабления зависимости видов от водной среды повышается число типов водных объектов, в которых они могут произрастать.

Ключевые слова: гидрофиты, флора водоемов и водотоков, экологические группы растений, индекс Брея — Кёртиса, дендрограммы.

COMPARISON OF SPECIES COMPOSITION AND ECOLOGICAL STRUCTURE OF PARCIAL FLORAS OF DIFFERENT TYPES OF WATER BODIES WITHIN THE PUKHOVICHY PLAIN

K.L. Savitskaya

State Scientific Institution “V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany
of the National Academy of Sciences of Belarus”

The patterns of differentiation of the diversity of aquatic and near-water plants in various categories of water bodies in Belarus have not been established.

The aim of the work is to determine the degree of similarity of the species composition and structure of floras of different types of waterbodies and watercourses within the Pukhovichy Plain.

Material and methods. Species lists of plants from 246 water bodies of 7 types were obtained using the grid mapping method. To assess the similarity of partial floras, the Bray — Curtis index was used, and cluster analysis was performed using Past UPGMA algorithm.

Findings and their discussion. The species composition of the flora of water bodies in the region under study was identified: rivers — 153 plant species (including 5 hybrids), river ponds — 142 (6), drainage canals — 142 (3), reservoirs — 136 (1), lakes — 104 (1), flooded quarries — 94, and excavation ponds — 85 (3). The degree of species association with a particular type(s) of water bodies decreases in order: hydrophytes (submerged rooting — submerged non-rooting — rooting with leaves floating on the surface of the water — freely floating on the surface of the water) — helophytes — hygrohelophytes — hygrophytes. Hydrophytes and riparian plants are equally represented in the number of species in river and canal networks, including ponds (in the proportion of hydro-, helo- and hygrohelophytes — 3:1:2); riparian plants predominate (2:1:2) in other types of waterbodies.

Conclusion. The species diversity of aquatic and near-water plants of the Plain decreases with a decrease in the degree of flow of water bodies and their connection with the river network. Different types of water bodies, especially rivers and drainage canals, are characterized by high similarity of partial floras, as well as the structure of tropho-, helio-, halo- and acidomorphs. The most different from other water bodies, but non-specific in terms of plant species composition, are excavation ponds and quarries. As species become less dependent on aquatic environments, the number of types of water bodies in which they can grow increases.

Key words: hydrophytes, flora of waterbodies and watercourses, ecological groups of plants, Bray — Curtis index, dendograms.

Из-за недостаточной изученности водной флоры Беларуси остается открытым вопрос о закономерностях дифференциации разнообразия водных и околоводных растений по различным категориям водных объектов. При этом на сопредельных территориях проводился разносторонний сравнительный анализ флор многих типов водоемов и водотоков. Отмечалось обеднение флор водных объектов в направлении от долин к водоразделам [1], а также искусственных водных объектов по сравнению с естественными, уменьшение специфичности парциальных флор (выраженной в количестве и проценте видов, не встречающихся в других типах водных объектов и определяемой, в основном, редко встречающимися видами) по мере убывания видового богатства водоемов и водотоков [2] и т.д. Водные объекты разных регионов (речных бассейнов) располагались в порядке снижения разнообразия водных и околоводных растений в различной последовательности: старицы, реки и речные пруды, торфяные карьера [1], водохранилища, водотоки (в цитируемой работе это, в основном, реки) и озера, пруды (преимущественно, речные, но также пруды-копани), или, если принималась во внимание только водная флора, — озера, водотоки, старицы, водохранилища, пруды [2]; озера, пруды и малые водохранилища, реки [3], в пределах городов — пойменные озера, обводненные карьера, притоки крупных рек и их устьевые области, дренажные каналы и канавы, речные пруды и копани [4]. Причем флора прудов иногда рассматривается в качестве обедненной флоры водохранилищ с постоянным уровнем воды, отличаясь самой низкой долей редких видов, гибридов и гидрофитов [2]. Замечено, что количество видов в старицах и пойменных озерах в несколько раз превышает таковое в суффозионных [3].

Среди водных объектов с максимальным сходством флор — реки и пруды, а также пруды и старицы [1]. В категории малых искусственных (трансформированных) водоемов низким сходством флор отличались карьера и речные пруды, а также карьера и пруды-копани [5]. Согласно другим исследованиям, наиболее высокий коэффициент сходства присущ флорам стариц и водораздельных озер, низкий — водотоков и прудов, водохранилищ и прудов [2]. В городах разнотипные водные объекты характеризовались низким сходством видового состава, которое убывало от прудов и мелиоративных каналов до карьеров и стариц, а также рек и карьеров, каналов и карьеров [6].

Больше всего видов гидрофитов выявлялось в водоемах со стоячей и медленно текущей водой, а их численное отношение к гело- и гигрогелофитам имело вид: старицы — 4:1:2, суффозионные озера — 5:1:2, реки — 3:1:2, пруды — 3:1:2, торфяные карьера — 4:1:3 [1], или: озера — 4:1:2, старицы, водотоки, водохранилища, пруды — 3:1:2 [2].

Таким образом, дифференциация видового разнообразия и различия в соотношениях объемов экологических классов водных и околоводных растений в водоемах и водотоках разного типа варьируют на территориях с различным географическим положением, а также разными степеню развития речной сети и озерностью, величиной антропогенной нагрузки. В Беларуси исследования в рамках обозначенных вопросов целесообразно провести по единой схеме, в трех геоморфологических областях. Модельной территорией для центральной, существенно урбанизированной и освоенной в хозяйственном отношении части республики, может являться Пуховичская равнина с низкой озерностью, средней густотой речной сети и мелиоративной, достаточной представленностью различных искусственных водоемов.

Цель работы — определить степень сходства видового состава и структуры флор разнотипных водных объектов в пределах Пуховичской равнины.

Материал и методы. Изучение видового состава водных и заходящих в воду растений 55 рек (140 участков), 97 мелиоративных каналов, 41 пруда (речного), 7 водохранилищ, 16 озер, 24 пруды-копаней, 6 обводненных карьеров на территории Пуховичской равнины проводилось с использованием метода сеточного картирования [7] с июня по сентябрь 2018–2023 гг. Обследовались берега и акватории (с помощью весельной надувной лодки *Kolibri*) водных объектов общепринятым в гидроботанике способом [8]. Для оценки сходства парциальных флор различных типов водных объектов применялся индекс Брея — Кёртиса (сравнивались видовые списки) и выполнялся кластерный анализ по алгоритму UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) в программе Past 4.03. Экоморфы выделены согласно шкалам Г. Элленберга в новой редакции [9]. Отдельные недостающие значения по некоторым видам дополнены из базы данных [10]. Наименования экологических элементов даны по [11; 12]. Типизация водных объектов соответствует Водному кодексу Республики Беларусь, разделение по генезису (природные, антропогенно трансформированные, искусственные) — классификации, приведенной в работе [13].

Харовые водоросли и гибридные таксоны учитывались при определении сходства парциальных флор водных объектов разного типа, а также при анализе видового состава экологических групп растений, выделяемых по степени связи видов с водной средой и грунтом, но не рассматривались при установлении экологической структуры флор водных объектов, определяемой по признаку отношения видов к трофности, кислотности субстратов, солевому и световому режимам мест произрастания.

Результаты и их обсуждение. Среди водных объектов Пуховичской равнины наибольшим флористическим разнообразием отличаются реки, в которых отмечено 153 вида (в том числе 5 гибридов) растений, наименьшим — пруды-копаньи, где встречается 85 видов (3 гибрида). При этом во флоре речных прудов насчитывается 142 вида (6 гибридов), мелиоративных каналов — 142 (3), водохранилищ — 136 (1), озер — 104 (1), обводненных карьеров — 94.

Разнотипные водные объекты равнины характеризуются высоким сходством видового состава растений (значения индекса Брея — Кёртиса — от 0,68 для прудов-копаней и рек до 0,91 для рек и мелиоративных каналов), а также, в меньшей степени, состава водного ядра флор (от 0,5 до 0,86) (табл. 1).

Таблица 1

Матрица сходства флор разнотипных водных объектов Пуховичской равнины
(мера сходства — индекс Брея — Кёртиса, справа — по всем видам,
слева — по видам водного ядра флор)

	РЕ	ОЗ	МК	ПК	ПР	ВХ	ОК
РЕ	1	0,73	0,91	0,68	0,87	0,84	0,74
ОЗ	0,61	1	0,77	0,7	0,74	0,76	0,73
МК	0,86	0,65	1	0,71	0,86	0,86	0,76
ПК	0,5	0,59	0,58	1	0,7	0,71	0,78
ПР	0,78	0,6	0,8	0,53	1	0,86	0,77
ВХ	0,75	0,72	0,76	0,52	0,74	1	0,79
ОК	0,63	0,63	0,61	0,58	0,62	0,7	1

Примечание: РЕ — реки, ОЗ — озера, МК — каналы мелиоративные, ПК — пруды-копаньи, ПР — пруды речные, ВХ — водохранилища, ОК — обводненные карьеры. Жирным шрифтом выделены максимальные и минимальные значения индекса.

Построенные на основе матрицы дендрограммы иллюстрируют последовательное объединение типов водоемов и водотоков в группы (рис. 1). На уровне менее 0,75 формируется два кластера, в первый из которых вошли лентические искусственные, сравнительно недавно образованные водные объекты (обводненные карьеры и пруды-копаньи), во второй — естественные (озера) и антропогенно трансформированные (речные пруды, водохранилища) лентические, а также естественные (но в различной мере

антропогенно трансформированные — реки) и антропогенно образованные (мелиоративные каналы) лотические водные объекты. На уровне 0,75 из второго кластера выделяются в отдельную группу озера, начиная с 0,8 — сходство флористического состава водных объектов возрастает по мере увеличения степени их проточности (скорости водообмена), а также связи с речной сетью. Близость флор каналов и рек обусловлена как полной или частичной канализированностью русел большинства водотоков равнины, так и непосредственным впадением каналов в реки, что облегчает обмен диаспорами растений между этими водотоками. Обозначенные тенденции верны и в отношении водного ядра флор водных объектов различного типа (рис. 1). Однако по составу гидрофитов обводненные карьеры ближе не к прудам-копаниям, а к остальным типам водоемов и водотоков. Своеобразие прудов-копаней во флористическом отношении, состоящее, в частности, в низком видовом богатстве гидрофитов (вплоть до их отсутствия), отмечалось также российскими гидроботаниками [4; 14] и связано с гидроморфологическими (малые размеры и мелководность (глубина до 2 м), из-за чего копани часто пересыхают и заселяются случайными видами растений) показателями, положением в природно-антропогенных ландшафтах (на территории или вблизи населенных пунктов, в границах сельхозугодий, реже — в лесах), особенностями использования (например, в деревнях часто загрязняются домашними водоплавающими птицами) и повышенной (из-за размеров в сочетании с непроточностью) уязвимостью к антропогенной нагрузке.

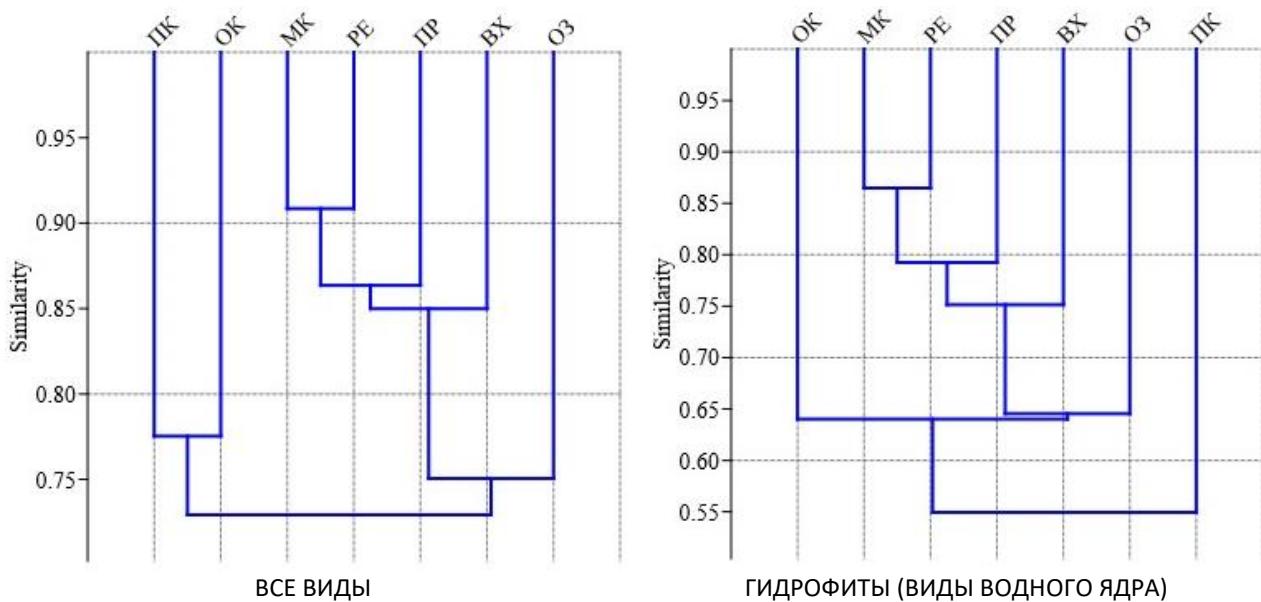


Рис. 1. Дендрограмма сходства флор разнотипных водных объектов Пуховичской равнины
(мера сходства — индекс Брея — Кёртиса)

Различие флористического состава водных объектов определяют как виды, экологически связанные с теми или иными типами водных экосистем (например, реофильные виды рдестов, повсеместно произрастающие именно в реках), так и виды, характерные для нескольких типов водных объектов, но в пределах исследуемого региона в силу различных причин (частный случай — адвентивные виды в начальной фазе натурализации) встречающиеся только в одном из них. Кроме того, специфика флор различных водных объектов во многом обуславливается наличием регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений, в том числе охраняемых. При этом в обводненных карьерах, представляющих собой местообитания антропогенного происхождения, отсутствуют виды, не отмеченные в других типах водных объектов, только в прудах-копанях обнаружены *Nymphaea × marliacea* Lat.-Marl. (культивируемый гибридогенный таксон) и *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult., исключительно к озерам приурочены *Drosera intermedia* Hayne, *Galium trifidum* L., *G. palustre* L. × *G. uliginosum* L., *Scheuchzeria palustris* L., *Utricularia minor* L., *Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf., к водохранилищам — *Bolboschoenus planiculmis* (F.W. Schmidt) T.V. Egorova, *B. maritimus* (L.) Palla × *B. planiculmis* (F.W. Schmidt) T.V. Egorov, *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves, *Salvinia natans* (L.) All., *Typha elata* Boreau, к речным прудам — *Juncus inflexus* L., *Nitella mucronata* (A. Braun) Miq., *Potamogeton × olivaceus* Baagoe ex G. Fisch.,

P. friesii Rupr. × *P. berchtoldii* Fieber, *P. × grovesii* Dandy et G. Taylor, мелиоративным каналам — *Potamogeton × franconicus* G. Fisch., *Juncus ranarius* Songeon et E.P. Perrier, рекам — *Berula erecta* (Huds.) Coville, *Nitella syncarpa* (Thuill.) Chev., *Bistorta officinalis* Delarbre, *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabille, *Potamogeton × fluitans* Roth, *Potamogeton × semifructus* A. Benn. ex Asch. et Graebn., *Ranunculus trichophyllus* Chaix (водная форма), *Sparganium × longifolium* Turcz ex Ledeb., *Catabrosa kneuckeri* Tzvelev. В водных объектах только одного типа встречается 32 из всех 188 видов (17,0%), причем почти треть из них (10) — гибриды, двух — 17 видов (9,0%), часть из которых тяготеет к лотическим водным экосистемам (*Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv., *Jacobaea paludosa* (L.) P. Gaertn.), трех — 17 (9,0%), четырех — 15 (8,0%), пяти — 23 (12,2%), шести — 25 (13,3%). Во всех типах водоемов и водотоков установлено 59 видов (31,4%), среди которых *Alisma plantago-aquatica* L., *Bidens cernuus* L., *B. connatus* Willd., *B. frondosus* L., *Carex acuta* L., *C. pseudocyperus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Elodea canadensis* Michx., *Epilobium hirsutum* L.

Различия водных объектов по составу видов возникают также по причине неодинаковой степени связи растений с водной средой и грунтом. Разделение видов различных экологических групп и классов водных и заходящих в воду береговых растений по признаку числа освоенных ими типов водных объектов в границах Пуховичской равнины приведено в табл. 2.

Таблица 2

Разделение видов различных экологических групп и классов водных и заходящих в воду береговых растений по количеству освоенных ими типов водных объектов в границах Пуховичской равнины

Экологические группы и классы водных и заходящих в воду береговых растений	Число типов водных объектов, в которых отмечен вид						
	1	2	3	4	5	6	7
	Количество видов растений						
Гидрофиты:	14	5	9	5	8	4	10
— макроводоросли	3	2	0	1	0	1	0
— укореняющиеся с плавающими на поверхности воды листьями	1	0	0	0	2	0	2
— свободно плавающие на поверхности воды	1	0	0	0	2	0	5
— погруженные укореняющиеся	7	3	8	4	4	3	1
— погруженные неукореняющиеся	2	0	1	0	0	0	2
Гелофиты	4	1	3	2	2	0	8
Гигрогелофиты	5	4	0	4	6	7	10
Гигрофиты	7	7	4	4	7	14	28
Гигромезофиты	2	0	1	0	0	0	3

Степень связи видов растений 5 экологических классов с определенным типом водных объектов убывает в ряду: гидрофиты — гелофиты — гигрогелофиты — гигрофиты, т.е. по мере ослабления связи видов с водной средой. При этом зависимость между количеством видов прибрежно-водных или заходящих в воду береговых растений и числом разнотипных водных объектов, в которых они могут произрастать, нелинейная (гиперболическая, описывается полиномиальной функцией 2 степени), настоящих водных растений экогрупп погруженных укореняющихся гидрофитов и макроводорослей (объединены на основании их близкого пространственного положения в толще воды и наличия прикрепления к грунту) — обратная линейная (рис. 2). Экогруппы гидрофитов можно расположить в следующем порядке по уменьшению связи с определенным типом (типами) водных объектов: погруженные укореняющиеся — погруженные неукореняющиеся — укореняющиеся с плавающими на поверхности воды листьями — свободно плавающие на поверхности воды (табл. 2).

Большое количество общих видов для различных типов водных объектов обуславливает сходство экологической структуры их парциальных флор. Так, среди гидроморф водной флоры водоемов и водотоков наиболее многочисленны гидрофиты (исключение — озера, во многих из которых мало настоящих водных растений из-за высокой цветности вод (например, озеро Синее в центре торфяника),

из-за их сильного обмеления (озеро Сергеевичское) и иных причин) (табл. 3). Однако численное соотношение гидро-, гело- и гигрогелофитов на сопредельных с Беларусью территориях равное 4:1:2, в пределах Пуховичской равнины в целом — 2:1:2 [цит. по: 15], выше для водных объектов с высокой проточностью (реки, каналы, пруды), интегрированных в единую речную сеть, — 3:1:2, по сравнению с водоемами с более медленным водообменом (водохранилища, озера) и, особенно, с не сообщающимися с реками (карьеры, пруды-копани) — 2:1:2.

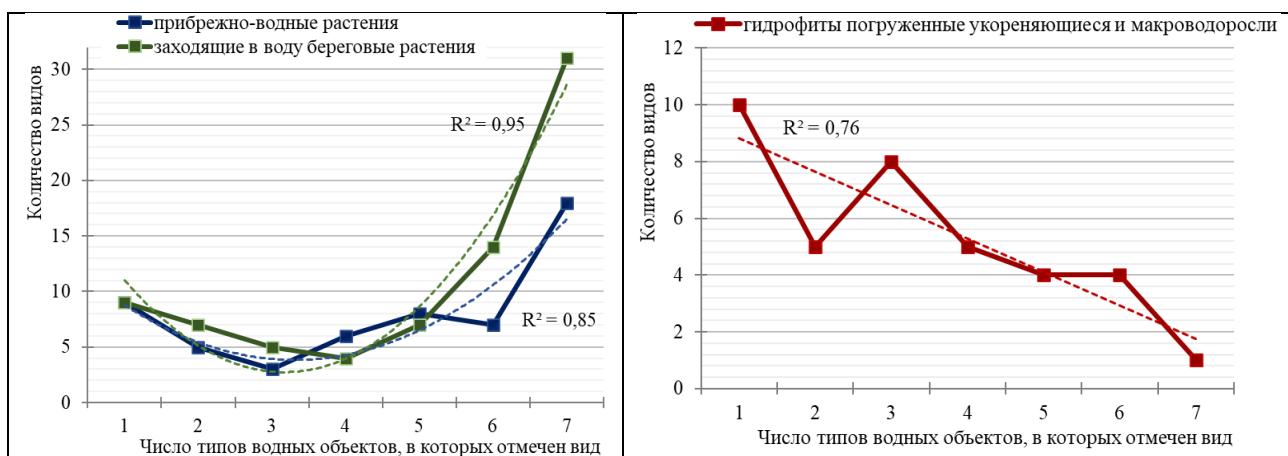


Рис. 2. Изменение числа видов различных экологических групп и групп классов растений по мере расширения диапазона осваиваемых типов водных объектов в пределах Пуховичской равнины

Иными словами, гидрофиты и прибрежно-водный компонент флор одинаково представлены в речной сети (включая канальную), а в остальных типах водоемов разнообразие прибрежно-водных растений существенно больше, чем настоящих водных. Также, согласно данным табл. 3, вместе со снижением степени проточности водных объектов уменьшается количество встречающихся в них видов гигрогелофитов. Данная тенденция менее четко прослеживается в отношении гидрофитов. В то же время заходящие в воду береговые растения (особенно гидрофиты) являются «обязательным» элементом флор всех изученных типов водных объектов (от 42 до 54% всего видового состава), а их уровень видового разнообразия снижается, как правило (кроме озер), вместе с уменьшением общего видового богатства флор каждого типа водоемов и водотоков (табл. 3).

Таблица 3

Представленность различных гидроморф в экологической структуре флор разнотипных водных объектов Пуховичской равнины

Водные объекты	Число видов, абс., %								Численное соотношение гидрофитов, гелофитов, гигрогелофитов
	Все	Гидрофиты	Гелофиты	Гигрогелофиты	Заходящие в воду береговые растения (гидрофиты и гигромезофиты)				
Пруды речные	142	40	28,2	15	10,6	27	19	60	42,2
Реки	153	39	25,5	15	9,8	32	20,9	67	43,8
Каналы мелиоративные	142	35	24,6	14	9,9	29	20,4	64	45,1
Водохранилища	136	33	24,3	16	11,8	26	19,1	61	44,8
Обводненные карьеры	94	21	22,3	9	9,6	17	18,1	47	50
Озера	104	20	19,2	13	12,5	26	25	45	43,3
Пруды-копани	85	17	20	8	9,4	14	16,5	46	54,1

Различия в структуре трофо-, гелио-, ацидо- и галоморф во флорах и в водном ядре флор разных категорий водных объектов отражены на рис. 3.

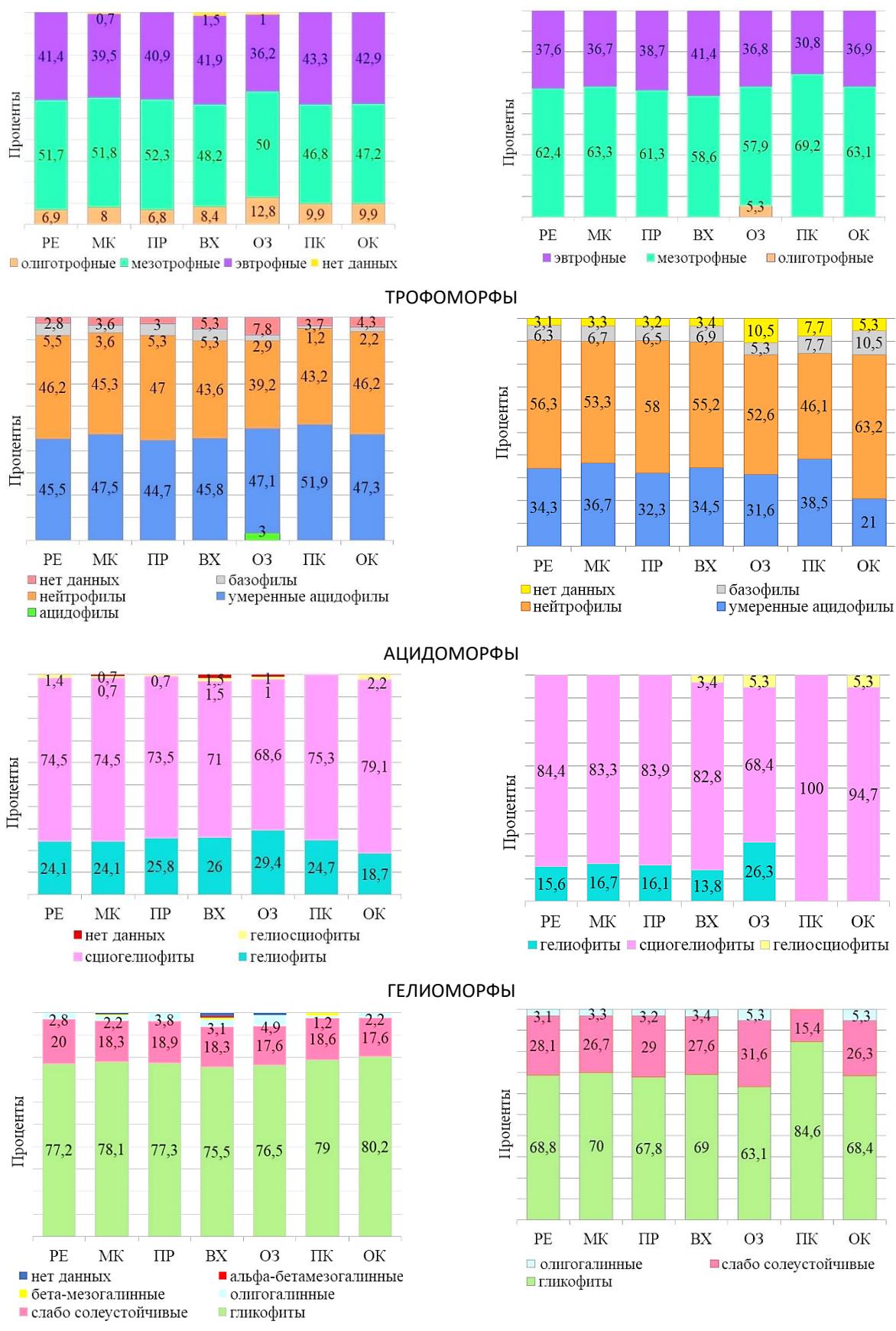


Рис. 3. Экологическая структура флор разнотипных водных объектов Пуховичской равнины
(слева — вся флора, справа — водное ядро флоры)

В структуре ацидоморф флор всех изученных типов водных объектов наиболее значимы умеренные ацидофилы (45,8–51,9% видов), на втором месте — нейтрофилы (39,2–46,2%) (кроме водных объектов, для которых характерен поёмный режим, — рек и речных прудов, где вторая категория видов преобладает, но ненамного — 46,2 и 45,5%, 47 и 44,7% соответственно), гораздо менее значительно участие базофилов (1,2–5,5%) и ацидофилов (3%, только в озерах). В водном ядре флор, напротив, очень большой вклад вносят нейтрофилы (46,1–63,2%) в сравнении с умеренными ацидофилами (21–38,5%), увеличивается процент базофилов (5,3–10,5%), а ацидофилы отсутствуют (рис. 3). Это можно объяснить относительно низким pH почв по берегам водоемов, где произрастают прибрежно-водные и заходящие в воду береговые растения в районе исследования (часто встречаются в том числе торфянистые грунты, водоемы и водотоки располагаются на осушенных торфяниках), но близкой к нейтральной или слабощелочной реакцией вод, питающих реки. Различия в объеме перечисленных ацидоморф между типами водных объектов не превышают 10%, что отражает близость экологических условий в них по данному фактору. Заметно сдвинуто равновесие в сторону видов, предпочитающих нейтрально-щелочную среду лишь в случае карьеров, поскольку в рассмотрение брались и меловые карьеры с характерным видовым составом.

Мезотрофные (46,8–52,3%) и эвтрофные (36,2–43,3%) виды — преобладающие трофоморфы во флорах всех типов водных объектов, равно как и в водном ядре их флор (57,9–69,2 и 30,8–41,4% соответственно). Наименьший процент видов приходится на олиготрофную группу (6,8–12,8%), причем в водном ядре флор они отсутствуют (исключение — *Utricularia minor* L. в озерах) (рис. 3). С учетом генетической стадии развития, на которой находятся водохранилища Пуховичской равнины (возраст — около 40 лет и более), их статус достоверно эвтрофный [16], что соответствует количеству эвтрофных видов гидрофитов около — 40%. Значит, в большей или меньшей степени эвтрофированы все типы водных объектов изучаемой территории. Сравнительно низкий процент эвтрофных видов в водном ядре прудов-копаней обусловлен полным отсутствием гидрофитов (или наличием только 1–2 видов) во многих и, вероятно, наиболее эвтрофированных из них (при малом общем числе видов во флоре прудов-копаней), так что на диаграмме оказались достаточно заметны виды копаней более низкого трофического статуса. При этом озера согласно структуре трофоморф слабее всего эвтрофированы среди исследуемых типов водоемов и водотоков.

В пресных водоемах и водотоках Пуховичской равнины закономерно на долю гликофитов (несолеустойчивых растений) приходится более 75% всех видов и свыше 60% видов водного ядра флор. Гораздо меньшую фракцию видов составляют слабо солеустойчивые (17,6–20 и 15,4–31,6%) и олигогалинные (1,2–4,9 и 0–5,3%) представители флор различных водных объектов. В каналах (0,7%), водохранилищах (0,8%), прудах-копанях (1,2%) отмечались единичные бета-мезогалинные виды (*Eleocharis uniglumis* (Link) Schult. и *Triglochin palustris* L.). Только в водохранилищах присутствует один альфа-бета-мезогалинный (0,8%), адвентивный по происхождению вид (*Bolboschoenus planiculmis* (F.W. Schmidt) T.V. Egorova). Вероятно, данные виды появляются в местах локального засоления, в том числе возникающего по антропогенным причинам (например, сток содержащих противогололедные соли вод с трассы Е30 к южному берегу Дзержинского водохранилища может способствовать произрастанию там *Triglochin palustris*).

Структура гелиоморф флор водных объектов (основная часть видов — сциогелиофиты (68,6–79,1%), на втором месте — гелиофиты (18,7–29,4%), процент гелиосциофитов незначителен (0,7–2,2%)) соответствует, с одной стороны, произрастанию прибрежно-водных и заходящих в воду растений по открытым берегам (именно такие незатененные участки водотоков и многих водоемов преимущественно обследовались как более разнообразные по видовому составу растений), с другой — режиму освещенности в водной среде, обуславливающему доминирование в водном ядре флор сциогелиофитов (68,4–100%) и меньшее участие гелиофитов (13,8–26,3%). При этом гидрофиты группы сциофитов (3,4–5,3%) регистрировались только в пределах тех типов водоемов, где имелись затененные, граничащие с лесом, берега (водохранилища, озера, карьеры). Примечательно, что пруды-копаны отличаются очень упрощенной структурой гелиоморф водного ядра флоры (включающей только сциогелиофиты), как и галоморф.

Заключение. Таким образом, видовое разнообразие водных и заходящих в воду береговых растений Пуховичской равнины уменьшается со снижением степени проточности водных объектов, а также их сообщения с речной сетью. Во флоре рек региона насчитывается 153 вида растений (в том числе

5 гибридов), речных прудов — 142 (6), мелиоративных каналов — 142 (3), водохранилищ — 136 (1), озер — 104 (1), обводненных карьеров — 94, прудов-копаней — 85 (3).

Разнотипные водные объекты равнинны характеризуются высоким сходством видового состава растений. Максимальное число общих видов отмечено во флорах рек и мелиоративных каналов. Наиболее обособлены от других типов водных объектов, но неспецифичны во флористическом отношении искусственно созданные непроточные водоемы — пруды-копани и обводненные карьеры.

По мере ослабления зависимости видов от водной среды повышается число типов водных объектов (от 1 до 7), в которых они могут произрастать. Степень связи видов растений 5 экологических классов (входящих в них экогрупп) с определенным(и) типом(ами) водных объектов убывает в ряду: гидрофиты (погруженные укореняющиеся — погруженные неукореняющиеся — укореняющиеся с плавающими на поверхности воды листьями — свободно плавающие на поверхности воды) — гелофиты — гигрогелофиты — гигрофиты.

Гидрофиты и прибрежно-водные растения по количеству видов одинаково представлены в речной сети, включая канальную (в пропорции гидро-, гело- и гигрогелофиты — 3:1:2), а в водоемах с более медленным водообменом (водохранилища, озера) и, особенно, в не сообщающихся с реками (карьеры, пруды-копани) разнообразие прибрежно-водных растений существенно больше, чем настоящих водных (2:1:2). При этом со снижением степени проточности водных объектов уменьшается количество встречающихся в них видов гигрогелофитов. Разнообразие находящихся в воду береговых растений изменяется от 42,2 до 54,1% состава парциальных флор водных объектов и соответствует их общему видовому богатству.

Структура экоморф водных и находящихся в воду растений в целом сходна для парциальных флор различных типов водных объектов (соотношение их объемов, как правило, сохраняется и в водном ядре флор) и является обобщенной характеристикой, а также показателем сходства экологических параметров соответствующих местообитаний по всему исследуемому природному региону (пресные, эвтрофные, с близкой к нейтральной реакцией (иногда слабокислые) и достаточным доступом солнечного света воды). Упрощенной структурой гелио- и галоморф водного ядра флоры отличаются пруды-копани.

Результаты исследования могут быть использованы для оценки антропоустойчивости и прогноза динамики водной флоры Беларуси и распространены на другие равнинные территории в центральной части республики. В Белорусском Поозерье, где вклад озерной флоры в структуру флоры всех типов водных объектов значительно больше, чем в границах Пуховичской равнины, следует ожидать повышения видового богатства и доли гидрофитов в водной флоре региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варгот, Е.В. Флора сосудистых растений водоемов и водотоков бассейна Средней Суры: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Варгот Елена Вячеславовна; Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. — М., 2009. — 18 с.
2. Папченков, В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья / В.Г. Папченков. — Ярославль: ЦМП МУБИНТ, 2001. — 214 с.
3. Дурнинкин, Д.А. Флора водоемов юга Обь-Иртышского междуречья и ее генезис: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.01 / Дурнинкин Дмитрий Алексеевич; Алтайск. гос. ун-т. — Барнаул, 2014. — 39 с.
4. Капитонова, О.А. Флора водоемов и водотоков г. Тобольска (Тюменская область): основные характеристики и их анализ / О.А. Капитонова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. — 2023. — Т. 16, № 4. — С. 430–453.
5. Синицына, М.В. Эколого-биологические особенности флоры малых искусственных водоемов Саратовской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01, 03.02.08 / Синицына Марина Вячеславовна; Сарат. гос. ун-т им. Н.Г. Чернышевского. — Саратов, 2013. — 20 с.
6. Капитонова, О.А. Флора макрофитов города Глазов (Удмуртская Республика) / О.А. Капитонова // Фиторазнообразие Восточной Европы. — 2013. — Т. 7, № 4. — С. 71–85.
7. Серегин, А.П. Флора Владимирской области: анализ данных сеточного картирования / А.П. Серегин. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. — 441 с.
8. Щербаков, А.В. Изучение и анализ региональных флор водоемов / А.В. Щербаков // Гидроботаника: методология, методы: материалы Школы по гидроботанике, Борок, 8–12 апр. 2003 г. / Ин-т биол. внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН; науч. ред.: В.Г. Папченков [и др.]. — Рыбинск, 2003. — С. 56–69.
9. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. Zenodo repository. Indicator.values-tables-2022-11-07-Zenodo.v2.xlsx. / L. Tichý, I. Axmanová, J. Dengler [et al.]. — URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7427088> (date of access: 03.01.2025).
10. Флора сосудистых растений Центральной России: [база данных]. — [Пущино], 2025. — URL: <https://www.impb.ru/eco/> (дата обращения: 15.02.2025).
11. Ellenberg-type indicator values for the Czech flora / M. Chytrý, L. Tichý, P. Dřevojan [et al.] // Preslia. — 2018. — Vol. 90. — P. 83–103.
12. Игнашов, П.А. Применение экологических шкал Элленберга при изучении флоры и растительности малых болот Карелии / П.А. Игнашов, О.Л. Кузнецов // Труды Карельского научного центра РАН. — 2022. — № 8. — С. 114–122.

13. Капитонова, О.А. Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья: монография / О.А. Капитонова. — Ярославль: Филигрань, 2021. — 568 с.
14. Гарин, Э.В. Флора и растительность копаней Ярославской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Гарин Эдуард Витальевич; Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. — Саранск, 2004. — 21 с.
15. Савицкая, К.Л. Структура флоры водоемов и водотоков Пуховичской равнины / К.Л. Савицкая // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларусь [и др.]. — Минск, 2024. — Вып. 53. — С. 28–37.
16. Лопух, П.С. Закономерности эволюционного развития озер и водохранилищ Беларусь / П.С. Лопух // Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. — 2001. — № 3. — С. 96–103.

REFERENCE

1. Vargot E.V. *Flora sosudistykh rasteniy vodoemov i vodotokov basseyna Sredney Sury: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Flora of vascular plants of waterbodies and watercourses of the Middle Sura basin: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Moscow, 2009, 18 p.
2. Papchenkov V.G. *Rastitelny pokrov vodoyemov i vodotokov Srednego Povolzhya* [Vegetation of waterbodies and watercourses of the Middle Volga region], Yaroslavl, TsMP MUBiNT, 2001, 214 p.
3. Durnikin D.A. *Flora vodoyemov yuga Ob-Irtyshskogo mezhdurechya i yego genezis: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk* [Flora of waterbodies in the south of the Ob-Irtysh interfluve and its genesis: Dr.Sc. (Biology) Dissertation Abstract], Barnaul, 2014, 39 p.
4. Kapitonova O.A. *Zhurnal Sibirskogo federalnogo universiteta. Biologiya* [Journal of Siberian Federal University. Biology], 2023, 16(4), pp. 430–453.
5. Sinityna M.V. *Ekologo-biologicheskie osobennosti flory malykh iskusstvennykh vodoyemov Saratovskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Ecological and biological features of the flora of small artificial waterbodies of Saratov Region: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Saratov, 2013, 20 p.
6. Kapitonova O.A. *Fitoraznoobraziy Vostochnoi Evropy* [Phytodiversity of Eastern Europe], 2013, 7(4), pp. 71–85.
7. Seregin A.P. *Flora Vladimirskoy oblasti: analiz dannykh setochnogo kartirovaniya* [Flora of Vladimir Region: analysis of grid mapping data]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2014, 441 p.
8. Shcherbakov A.V. *"Gidrobotanika: metodologiya, metody": Materialy shkoly po gidrobotanike* [Materials of the School of Hydrobotany "Hydrobotany: methodology, methods"], Rybinsk, 2003, pp. 56–69.
9. Tichý L., Axmanová I., Dengler J. et al. Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. Zenodo repository. Indicator.values-tables-2022-11-07-Zenodo.v2.xlsx. — URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7427088> (date of access: 03.01.2025).
10. *Flora sosudistykh rasteniy Tsentralnoy Rossii: baza dannykh* [Flora of vascular plants of Central Russia: database]. — URL: <https://www.impb.ru/eco/> (Accessed: 15.02.2025).
11. Chytrý M., Tichý L., Dřevojan P. et al. Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. Preslia, 2018, vol. 90, pp. 83–103.
12. Ignashov P.A., Kuznetsov O.L. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Works of the RAS Karelian Research Centre], 2022, 8, pp. 114–122. — DOI: 10.17076/eco1726.
13. Kapitonova O.A. *Flora makrofitov Vyatsko-Kamskogo Preduralya: monografiya* [Flora of macrophytes of the Vyatka-Kama Cis-Urals: monograph]. Yaroslavl, Filigran, 2021, 568 p.
14. Garin E.V. *Flora i rastitelnost kopaney Yaroslavskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Flora and vegetation of the excavated ponds of Yaroslavl Region: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Saransk, 2004, 21 p.
15. Savitskaya K.L. *Botanika (issledovaniya). Sbornik nauchnykh trudov* [Botany (Research) Collection of scientific works], 2024, 53, pp. 28–37.
16. Lopukh P.S. *Vestnik BGU. Ser. 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya* [Bulletin of BSU. Ser. 2, Chemistry. Biology. Geography], 2001, 3, pp. 96–103.

Поступила в редакцию 26.04.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: karina_savv@mail.ru — Савицкая К.Л.