

Таксономическая структура флоры водоёмов, находящихся в зоне влияния лесопромышленного комплекса АО «СЛПК» (Республика Коми)

© 2024. Б. Ю. Тетерюк, к. б. н., с. н. с., А. А. Паниюков, аспирант,
Е. М. Лаптева, к. б. н., зав. отделом, Р. Р. Рафиков, к. б. н., н. с.,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: b_teteryuk@komisc.ru

Выполнен анализ таксономической структуры флоры водных объектов, находящихся в зоне влияния крупнейшего на Европейском Северо-Востоке России лесопромышленного предприятия – АО «СЛПК». Флора импактных водоёмов в зоне влияния АО «СЛПК» объединяет 119 видов макрофитов, относящихся к 77 родам и 43 семействам. Установлено, что во флорах импактных водоёмов значительно снижена роль семейства Potamogetonaceae и рода *Potamogeton* при одновременном увеличении роли семейств Asteraceae и Poaceae. Флоры водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК», имеют высокую степень трансформированности: флора антропогенных водоёмов на 100% составлена синантропными видами. Наиболее активные среди них *Bidens cernua* L., *Bidens tripartita* L., *Lycopus europaeus* L. и *Typha latifolia* L. Флоры антропогенно-трансформированных водоёмов также значительно синантропизированы ($I_s=98,4-100,0\%$), их основу составляют апофиты. В антропогенных водоёмах полностью отсутствуют сосудистые споровые и мохообразные растения. Таксономическая структура флор антропогенно-трансформированных водоёмов сохраняет черты сходства с флорой водоёмов региона. В составе анализируемых флор присутствуют охраняемые на территории Республики Коми виды: *Riccia cavernosa* Hoffm. и *Carex pseudocyperus* L.

Ключевые слова: флора водоёмов, синантропизация.

Taxonomic structure of the flora of water bodies located in the zone of influence of the JSC “SLPC” (Komi Republic)

© 2024. B. Yu. Teteryuk ^{ORCID: 0000-0002-7207-9956}, A. A. Panyukov ^{ORCID: 0000-0002-9325-0601},
E. M. Lapteva ^{ORCID: 0000-0002-9396-7979}, R. R. Rafikov ^{ORCID: 0000-0002-8191-3084},
Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: b_teteryuk@komisc.ru

The analysis of the taxonomic structure of the flora of water bodies located in the zone of influence of the largest forestry enterprise in the European North-East of Russia – joint stock company (JSC) “SLPC”. The flora of impact reservoirs in the zone of influence of JSC “SLPC” unites 119 species of macrophytes belonging to 77 genera and 43 families. Flowering plants in its composition are represented by 114 species, and cryptogamic ones by five: vascular spore plants by two, bryophytes by three. It was found that the role of the Potamogetonaceae family and the genus *Potamogeton* was significantly reduced in the floras of impact reservoirs, while the role of the Asteraceae and Poaceae families was simultaneously increased. The flora of reservoirs located in the zone of influence of JSC “SLPC” have a high degree of transformation: the flora of anthropogenic reservoirs is 100.0% composed of synanthropic species. The most active among them are *Bidens cernua* L., *Bidens tripartita* L., *Lycopus europaeus* L. and *Typha latifolia* L. The flora of anthropogenically transformed reservoirs are also significantly synanthropized ($I_s=98.4-100.0\%$), the basis of their flora is apophytes. In anthropogenic reservoirs, vascular spore and moss-like plants are completely absent. The taxonomic structure of the flora of anthropogenically transformed reservoirs retains similarities with the flora of the reservoirs of the region. The analyzed flora includes species protected on the territory of the Komi Republic: *Riccia cavernosa* Hoffm. and *Carex pseudocyperus* L.

Keywords: flora of water bodies, synanthropization.

Целлюлозно-бумажная промышленность одна из ведущих отраслей промышленности России. Вместе с тем, по воздействию на окружающую среду она входит в число наиболее опасных для природной среды отраслей [1–3]. Целлюлозно-бумажное производство очень водоёмко, и его эффективное функционирование возможно лишь вблизи крупного водоёма. В процессе переработки древесины образуется большое количество загрязняющих веществ, в связи с чем оценка влияния целлюлозно-бумажной промышленности на водные экосистемы является весьма актуальной [4].

Цель – выявить и охарактеризовать таксономическую структуру флор водоёмов, находящихся в зоне влияния лесопромышленного комплекса АО «СЛПК».

Материал и методы исследований

Район исследований расположен на северо-востоке европейской части России в Республике Коми (Сыктывдинский район). Согласно природно-климатическому районированию изученная территория лежит в подзоне средней тайги. Среднегодовая температура воздуха 1°C , среднегодовое количество осадков 621 мм [5].

Для оценки флористического разнообразия растительного покрова водных объектов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК», были выбраны следующие водоёмы (рис.): пруды аэрации (3 шт.); самотёчный канал; водохранилище Кылог; р. Вычегда в двух пунктах (первый – в районе АО «СЛПК» от места сброса очищенных сточных вод и далее вниз по течению реки на 3 км, второй – в районе д. Гавриловка в районе места сброса сточных вод и далее вниз по течению на 5 км). В качестве контроля был выбран участок поймы р. Вычегда на отрезке Сторожевск – Корткерос.

Пруды аэрации (рис.) представляют собой секции общей площадью $1,65\text{ км}^2$ с глубинами от 0 до 1 м. Назначение – биологическая доочистка сточных вод. Химический состав воды прудов аналогично составу вод самотёчного канала меняется от гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриевого до сульфатно-гидрокарбонатного натриевого типа. Воды прудов значительно обогащены азот- и фосфорсодержащими органическими и минеральными соединениями (табл. 1).

Самотёчный канал (рис.) имеет длину 16 км, ширину до 20 м и глубину до 2 м.

Скорость течения $0,2\text{--}0,3\text{ м/с}$. Назначение канала – отведение вод после системы биологической очистки в русло р. Вычегды. Воды канала – термальные: в нижней его части температура воды достигает в летний период $22\text{--}23\text{ (}24\text{)}^{\circ}\text{C}$. По составу воды канала относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальциево-натриевому типу с возвратной сменой на сульфатно-гидрокарбонатный натриевый. Воды обогащены азот- и фосфорсодержащими органическими и минеральными соединениями (табл. 1).

Водохранилище Кылог (рис.) образовано путём зарегулирования стока р. Кылог. Площадь водного зеркала – $0,09\text{ км}^2$, глубины до 3 м. Вода в водохранилище Кылог относится к типу вод с гидрокарбонатным трёхкомпонентным (сложным) катионным составом. Его воды обогащены соединениями органического и минерального азота и фосфора (табл. 1).

Обследованные участки р. Вычегды (рис.) расположены непосредственно в зоне влияния подогретых сточных вод. Воды Вычегды относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Они обладают сравнительно низкой минерализацией и нейтральным значением рН. Основные гидрохимические показатели качества воды (содержание ионов кальция, магния, хлоридов, сульфатов, нитратов, тяжёлых металлов, нефтепродуктов, АПАВ и др.) находятся в пределах нормы, благодаря проводимой АО «СЛПК» модернизации очистных сооружений (табл. 1).

По происхождению и характеру антропогенной нагрузки анализируемые водоёмы подразделены на две группы: антропогенные (пруды аэрации и самотёчный канал) и антропогенно-трансформированные (водохранилище Кылог и участок р. Вычегды).

Полевые работы проведены согласно методическим разработкам для гидробиологических исследований [6]. Проанализированный видовой состав документирован гербарными сборами, хранящимися в УНУ «Научный гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СЫКО)». Одновременно с выявлением разнообразия флоры сосудистых растений выполнены сборы мохообразных. Всего собрано 140 гербарных листов сосудистых растений и 15 многовидовых пакетов мохообразных. Мохообразные определены д.б.н. Г.В. Железновой (Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар).

Анализ химического состава вод выполнен в экоаналитической лаборатории Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Также при-

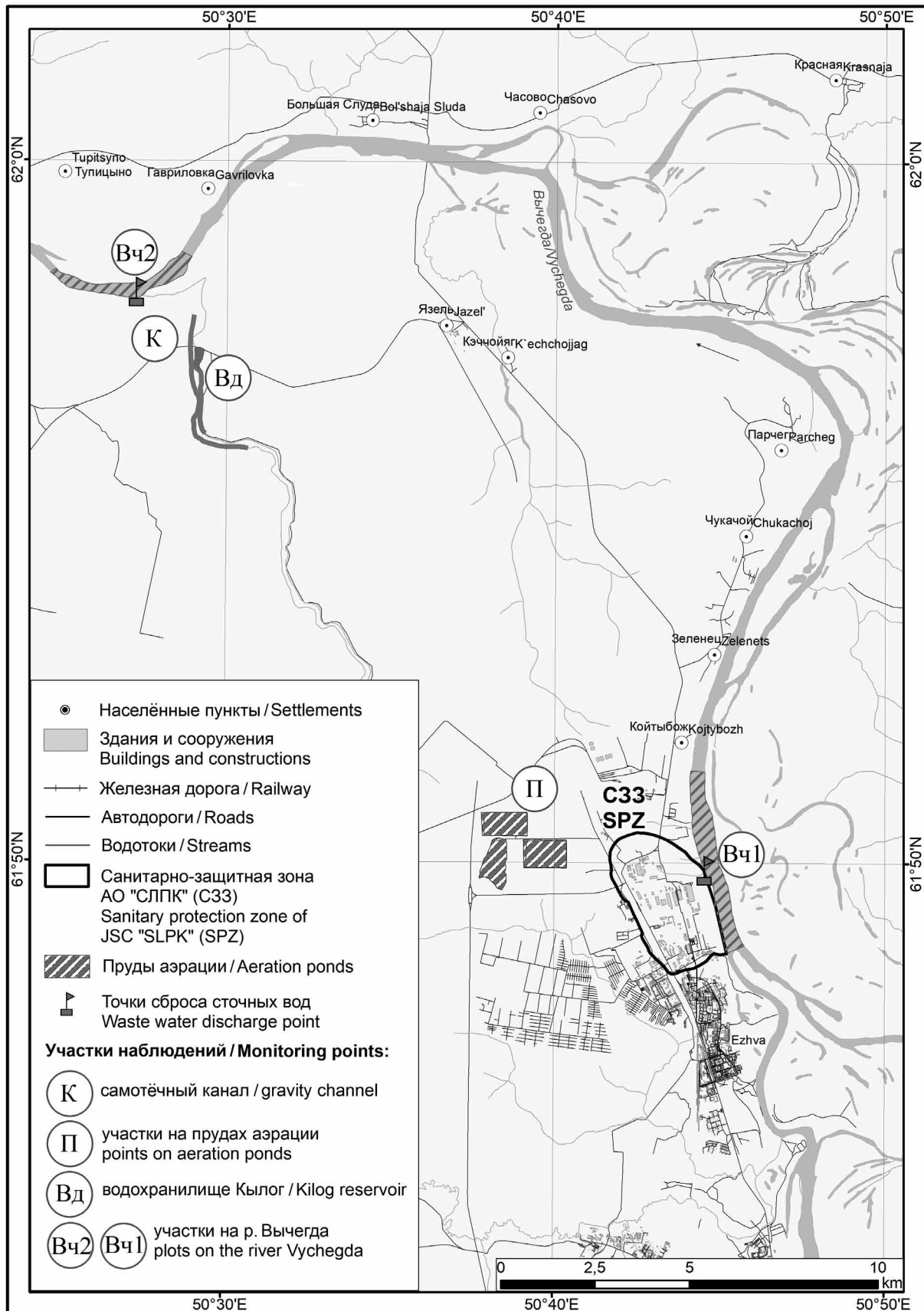


Рис. Район исследований
Fig. Research area

Таблица 1 / Table 1

Гидрохимические и гидрофизические показатели изученных водных объектов
Hydrochemical and hydrophysical indicators studied water bodies

Показатель Parameter	Водоёмы / Water bodies					
	К	П	Вд	Вч		
				1-й участок 1st section	2-й участок 2nd section	Условный фон Conditional background
Удельная электропроводность, мкСм/см Electrical conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1610±80	1090±60	447±22	195±10	247±12	216±11
pH	7,3±0,2	7,1±0,2	7,7±0,2	7,9±0,2	7,1±0,2	7,4±0,2
Мутность, ЕМФ Turbidity, FTU	54±8	>100	4,6±0,9	3,7±0,7	5,8±1,2	7,5±1,5
Прозрачность, см Transparence, sm	9	4	>30	>30	>30	>30
Цветность, градусы Chromaticity, degrees	295±29	175±17	76±8	57±6	66±7	47±10
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³ BOD ₅ , mgO ₂ /dm ³	4,6±0,7	13,1±1,8	1,1±0,15	1,46±0,2	1,46±0,2	2,00±0,27
Концентрация, мг/дм ³ / Concentration, mg/dm ³						
Взвешенные вещества Suspended substances	64±8	155±14	<0,5	4,8±0,9	7,2±1,3	7,6±1,4
Ca	27±4	36±6	43±7	25±4	28±4	29±5
Cl	37±5	40±5	11,5±2,1	3,7±0,4	8,7±1,0	2,9±0,5
Fe	<0,05	0,103±0,025	0,46±0,11	0,33±0,08	0,34±0,08	<0,05
HCO ₃ ⁻	530±60	340±40	<1,0	99±12	124±15	136±29
K	39±6	22±4	0,99±0,24	0,55±0,13	1,9±0,3	0,79±0,19
Mg	4,6±0,7	7,2±1,1	12,0±1,8	5,0±0,8	5,1±0,8	6,9±1,1
Na	310±50	159±24	29±4	5,7±0,9	17,5±2,6	6,0±0,9
N-NH ₄ ⁺	0,014±0,003	0,32±0,007	0,054±0,012	0,092±0,021	0,131±0,021	0,022±0,006
N-NO ₂ ⁻	1,3±0,08	0,255±0,018	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
N-NO ₃ ⁻	9,2±0,5	9,6±0,5	0,066±0,020	<0,010	0,14±0,04	<0,010
N _{total}	18±3	16,1±2,9	0,56±0,1	4,6±0,8	4,0±0,7	<0,5
P _{total}	0,52±0,12	0,31±0,1	0,059±0,019	<0,02	0,043±0,018	<0,02
SO ₄ ²⁻	190±23	115±14	16,3±2,1	15,0±1,9	26,0±3	18,1±2,3
XПК / COD	119±40	190±40	23±7	32±10	31±9	15±5
АПАВ Anionic surfactant	0,029±0,011	0,027±0,011	<0,025	0,032±0,013	0,033±0,013	<0,025
Нефтепродукты Petroleum products	0,03±0,011	0,068±0,024	0,018±0,006	0,011±0,004	0,010±0,004	<0,005
Перманганатная окисляемость / Permanganate oxidation	38±4	55±6	6,1±0,6	8,9±0,9	10,0±1,0	4,5±0,5
Концентрация, мкг/дм ³ / Concentration, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$						
Al	420±100	93±22	11±3	6,4±2,0	8,3±2,7	14±5
Cu	11,0±2,0	3,9±1,0	17±3	2,0±0,6	2,2±0,6	<1,0
Mn	620±110	1110±200	<1,0	4,4±0,7	4,6±0,8	1,2±0,4
Hg	0,104±0,021	0,033±0,011	0,038±0,013	<0,01	<0,01	<0,01
Фенол / Phenol	3,2±0,6	1,5±0,27	<0,25	0,41±0,17	0,28±0,11	0,55±0,10

Примечание. Здесь и далее в таблицах 2–5: К – самотёчный канал, П – пруды аэрации, Вд – водохранилище Кылог, Вч – р. Вычегда в зоне влияния АО «СЛПК».

Note. Here and further in Tables 3 – 5: К – gravity channel, П – aeration ponds, Вд – Kylog Reservoir, Вч – The Vychedga river in the zone of influence of JSC “SLPC”.

влечены данные опубликованных материалов изучения качества вод р. Вычегды в условиях поступления очищенных сточных вод [7].

Латинские названия таксонов сосудистых растений даны по сводке С.К. Черепанова [8] и выверены по базе данных «IPNI» [9].

Для оценки степени нарушенности флоры использованы индексы [10]: индекс синантропности (Is): $Is = (Ap + Ad) \cdot 100\% / F$; индекс апофитности (Iap): $Iap = Ap / (Ad + Ap)$; индекс адвентивности (Iad): $Iad = Ad / F$, где Ap – число видов апофитов; Ad – число видов адвентов; F – общее число видов во флоре.

При обработке материала использовали интегрированную ботаническую информационную систему IBIS 7.2 [11].

Результаты и обсуждение

Флора водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК», объединяет 119 видов макрофитов, относящихся к 77 родам и 43 семействам (табл. 2 и 3). Цветковые растения в её составе представлены 114 видами, криптогамные макрофиты – пятью: из них сосудистые споровые – двумя (*Equisetum arvense* и *E. fluviatile*), мохообразные – тремя (*Philonotis fontana*, *Drepanocladus aduncus* и *Riccia cavernosa*).

В объединённой флоре ведущие позиции по числу видов занимают 14 семейств, включающие почти 2/3 её видового состава. Возглавляют список семейства Asteraceae – 12 видов (10,3%), Cyperaceae – 11 видов (9,4%) и Poaceae – 11 видов (9,4%) (табл. 4). Состав семейств, занимающих второстепенные позиции, аналогичен таковым в гидрофильных флорах региона (табл. 3).

Индивидуальные особенности таксономической структуры каждой из флор водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК» отражаются в составе и очередности расположения многовидовых семейств (табл. 4). Их число колеблется от трёх (водохранилище Кылог) до 11 (р. Вычегда). Как и число многовидовых семейств во флорах изученных водоёмов, нестабильным и слабо сопоставимым является состав ведущих семейств. Во всех четырёх флорах, за исключением самой бедной по числу видов флоры самотёчного канала, возглавляют списки ведущих семейств Asteraceae, Cyperaceae и Poaceae (табл. 4). Однако их очередность различна: в антропогенных водоёмах лидируют Poaceae и Asteraceae, тогда как в антропогенно-трансформированных – Cyperaceae и Asteraceae.

Типичные для флоры водоёмов региона рдесты (Potamogetonaceae) полностью отсутствуют в самотёчном канале, лишь единично представлены в канаве близ пруда аэрации, и только в водохранилище Кылог и в р. Вычегде были отмечены сообщества представителей данного семейства (*Potamogeton natans* и *Stuckenia pectinata*). Нимфейные (Nymphaeaceae) лишь один раз встречены в небольшом заливчике на р. Вычегде близ д. Гавриловки.

Таким образом, таксономическая структура флор водоёмов второй группы при имеющихся значительных изменениях всё-таки ещё сохраняет черты сходства с флорой водоёмов контрольного участка и региона в целом (табл. 4). Вхождение в группу ведущих семейств Polygonaceae, Onagraceae и Turphaceae, традиционно содержащих большое число антропохорных видов, вполне закономерно для обследованных водоёмов. Эти семейства объединяют от 10 до 20% видового состава. Во флоре самотёчного канала их доля составляет 19,4%, прудов аэрации – 18,1%, водохранилища Кылог – 9,6%, р. Вычегды – 12,5%. В составе флоры водоёмов контрольного участка доля антропохорных видов не превышает 6,5%.

В таксономической структуре флор изученных водоёмов велика доля семейств, представленных одним видом (табл. 4). Больше половины их в составе флоры самотёчного канала, прудов аэрации и водохранилища Кылог (табл. 4). Этот показатель отражает миграционный характер флоры, а также указывает на низкое разнообразие занимаемых флорой местообитаний [12].

Данные водоёмы испытывают более жёсткое воздействие в сравнении с обследованными участками р. Вычегды.

Наполненность видами родов во флорах изученных водоёмов очень неравномерная (табл. 4). В составе их флор преобладают одно-двух видовые роды. Они объединяют от 88 до 96% видового состава флоры. За редким исключением род содержит более 5 видов (табл. 4). Преобладание во флоре мало-видовых родов – признак жёсткого антропогенного воздействия, которое обусловлено низким экотопическим разнообразием, что было отмечено ранее.

В составе многовидовых родов сосредоточено от 9,4% (самотёчный канал) до 29,5% (пруды аэрации) видового состава их флор. Возглавляют списки ведущих родов *Carex*, *Salix* и *Epilobium* (табл. 4), при этом

Таблица 2 / Table 2

Список видов высших растений водоёмов в зоне влияния АО «СЛПК»
List of species of higher plants of the flora of water bodies in the zone of influence of JSC «SLPC»

Сосудистые растения / Vascular plants
Salicaceae: <i>Salix caprea</i> L. – П; <i>S. gmelinii</i> Pall. – П, Вч; <i>S. myrsinifolia</i> Salisb. – П; <i>S. pentandra</i> L. – П, Вд; <i>S. phylicifolia</i> L. – П, Вд; <i>S. triandra</i> L. – Вд, Вч; <i>S. viminalis</i> L. – Вч;
Betulaceae: <i>Alnus incana</i> (L.) Moench – Вд;
Grossulariaceae: <i>Ribes nigrum</i> L. – К, П;
Alismataceae: <i>Alisma plantago-aquatica</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>Sagittaria sagittifolia</i> L. – Вч;
Apiaceae: <i>Angelica archangelica</i> L. – К; <i>Cicuta virosa</i> L. – Вд; <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden. – П;
Araceae: <i>Calla palustris</i> L. – Вд;
Asteraceae: <i>Arctium tomentosum</i> Mill. – П; <i>Artemisia vulgaris</i> L. – К, П; <i>Bidens cernua</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>B. radiata</i> Thuill. – П, Вч; <i>B. tripartita</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. – К, П; <i>C. setosum</i> (Willd.) Besser – К, П; <i>Filaginella rossica</i> (Kirp.) Tzvel. – Вч; <i>Gnaphalium uliginosum</i> L. – Вч; <i>Petasites spurius</i> (Retz.) Rchb. – Вч; <i>Taraxacum officinale</i> F. Wigg. – П, Вч; <i>Tussilago farfara</i> L. – П;
Brassicaceae: <i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser – Вч; <i>R. palustris</i> (L.) Besser – Вч;
Butomaceae: <i>Butomus umbellatus</i> L. – Вч;
Callitricheae: <i>Callitriche palustris</i> L. – Вд, Вч; <i>C. cophocarpa</i> Sendtn. – Вд;
Caryophyllaceae: <i>Cerastium arvense</i> L. – П; <i>Stellaria palustris</i> Ehrh.ex Hoff. – Вд;
Ceratophyllaceae: <i>Ceratophyllum demersum</i> L. – Вд, Вч;
Chenopodiaceae: <i>Chenopodium album</i> L. – П, Вч;
Сyperaceae: <i>Carex acuta</i> L. – П, Вч; <i>C. aquatilis</i> Wahlenb. – Вч; <i>C. appropinquata</i> Schumach. – Вд; <i>C. canescens</i> L. – П, Вд; <i>C. diandra</i> Schrank – Вд; <i>C. elongata</i> L. – Вд; <i>C. pseudocyperus</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>C. rhynchophyssa</i> C.A.Mey – Вд; <i>C. rostrata</i> Stokes – Вд; <i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult. – Вч; <i>E. palustris</i> (L.) Roem. et Schult. – П, Вч; <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla – Вч; <i>Scirpus sylvaticus</i> L. – Вч;
Equisetaceae: <i>Equisetum arvense</i> L. – Вд, Вч; <i>E. fluviatile</i> L. – Вд, Вч;
Fabaceae: <i>Lathyrus pratensis</i> L. – П; <i>Vicia cracca</i> L. – П;
Hydrocharitaceae: <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L. – Вд;
Juncaceae: <i>Juncus articulatus</i> L. – П; <i>J. bufonius</i> L. – П; Вч; <i>J. compressus</i> Jacq. – Вч; <i>J. filiformis</i> L. – Вч;
Lamiaceae: <i>Galeopsis bifida</i> Boenn. – П; <i>Lamium album</i> L. – П; <i>Lycopus europaeus</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>Mentha arvensis</i> L. – Вч; <i>Prunella vulgaris</i> L. – Вч; <i>Scutellaria galericulata</i> L. – К, П, Вд;
Lemnaceae: <i>Lemna minor</i> L. – К, П, Вд; <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid. – Вд;
Lentibulariaceae: <i>Utricularia minor</i> L. – П;
Lythraceae: <i>Lythrum portula</i> (L.) DAWebb – Вч;
Nymphaeaceae: <i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm. – Вч;
Onagraceae: <i>Epilobium angustifolium</i> L. – К, П; <i>E. hirsutum</i> L. – К, П, Вч; <i>E. palustre</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>E. roseum</i> Schreb. – П, Вч;
Plantaginaceae: <i>Plantago major</i> L. – П; <i>P. uliginosa</i> F.W.Schmidt – Вч;
Poaceae: <i>Agrostis capillaris</i> L. – К; <i>A. stolonifera</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. – К, П, Вч; <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth – П; <i>C. purpurea</i> (Trin.) Trin. – П, Вд; <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv. – К, П, Вч; <i>Elymus fibrosus</i> (Schrenk) Tzvelev – К; <i>E. repens</i> (L.) Gould – К; <i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert – К, П, Вд, Вч; <i>Phleum pratense</i> L. – П; <i>Poa palustris</i> L. – К, П, Вч; <i>P. pratensis</i> L. – П;
Polygonaceae: <i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre – Вч; <i>P. lapathifolia</i> (L.) Delarbre – К, П, Вч; <i>Rumex aquaticus</i> L. – П, Вд, Вч; <i>R. ucranicus</i> Fisch. ex Spreng. – К, П;
Potamogetonaceae: <i>Potamogeton alpinus</i> Balb. – П; <i>P. berchtoldii</i> Fieber – П, Вд; <i>P. lucens</i> L. – Вч; <i>P. natans</i> L. – Вд, Вч; <i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Borner – Вч;
Primulaceae: <i>Androsace filiformis</i> Retz. – Вч; <i>Lysimachia thyrsiflora</i> L. – Вд, Вч; <i>L. vulgaris</i> L. – Вч;
Ranunculaceae: <i>Ranunculus repens</i> L. – К, П, Вд, Вч; <i>R. sceleratus</i> L. – К, Вч;
Rosaceae: <i>Comarum palustre</i> L. – П, Вд; <i>Fragaria vesca</i> L. – Вч; <i>Potentilla anserina</i> L. – Вч;
Rubiaceae: <i>Galium aparine</i> L. – П; <i>G. palustre</i> L. – К, Вд;
Scrophulariaceae: <i>Limosella aquatica</i> L. – Вч; <i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. – Вч; <i>V. beccabunga</i> L. – Вч; <i>V. longifolia</i> L. – К;
Solanaceae: <i>Solanum dulcamara</i> L. – П;

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Typhaceae: <i>Sparganium angustifolium</i> Michx. – П; <i>S. emersum</i> Rehm. – П, Вд, Вч; <i>S. natans</i> L. – П; <i>Typha latifolia</i> L. – К, П, Вд, Вч;
Urticaceae: <i>Urtica dioica</i> L. – К, П;
Мохообразные / Mosses
Bartramiaceae: <i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid. – Вд;
Amblystegiaceae: <i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst. – Вд;
Ricciaceae: <i>Riccia cavernosa</i> Hoffm. – Вч.

Таблица 3 / Table 3

Таксономическая структура флор водоёмов в зоне влияния АО «СЛПК»
Taxonomic structure of the flora of water bodies in the zone of influence of JSC “SLPC”

Показатель Parameter	Водоём / Water body					
	К	П	Вд	Вч	Оф	Кт
Общее число видов / Total number of species	31	61	42	64	119	118
Общее число родов / Total number of genera	24	42	30	45	75	77
Общее число семейств Total number of families	15	25	26	26	40	43
Среднее число видов в роде Average number of species in the genus	1,3	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5
Среднее число видов в семействе Average number of species in a family	2,1	2,4	1,6	2,5	3,0	2,7
Среднее число родов в семействе Average number of genera in a family	1,6	1,7	1,2	1,7	1,9	1,8
Родовой коэффициент, % Generic coefficient, %	77,4	68,9	71,4	70,3	63,1	65,3
Число одновидовых родов Number of single-species genera	18 (75,0)	31 (73,8)	24 (80,0)	31 (68,9)	52 (69,3)	53 (68,8)
Число (доля) двувидовых родов Number (proportion) of two-species genera	5 (20,8)	6 (14,3)	4 (13,3)	9 (20,0)	15 (20,0)	18 (23,4)
Число (доля) одновидовых семейств Number (proportion) of single-species families	9 (60,0)	13 (52,0)	15 (57,7)	7 (26,9)	15 (37,5)	15 (34,9)
Число (доля) двувидовых семейств Number (proportion) of two-species families	3 (20,0)	3 (12,0)	7 (26,9)	7 (26,9)	10 (25,0)	12 (27,9)
Максимальное число видов в одном роде Maximum number of species in one genus	3	5	7	3	9	10
Макс. число видов в одном семействе Max. number of species in one family	8	9	7	7	13	11
Макс. число родов в одном семействе Max. number of genera in one family	6	7	3	5	9	8
Доля видов в 5 ведущих родах, % Proportion of species in 5 leading genera, %	35,5	29,5	38,0	23,4	23,5	22,1
Доля видов в 5 ведущих семействах, % Proportion of species in 5 leading families, %	64,5	50,8	40,4	39,1	42,1	35,6
Доля мхов, % / Proportion of mosses, %	–	–	4,8	3,1	2,5	8,5
Доля сосудистых споровых, % Proportion of vascular spore plants, %	–	–	4,8	3,1	1,7	1,7
Доля цветковых, % Proportion of flowering plants, %	100,0	100,0	90,5	93,8	95,8	89,8

Примечание. Здесь и далее в таблицах 4 и 5: Оф – объединённая флора, Кт – флора контрольного участка поймы р. Вычегды.

Note. Here and further in Tables 4 and 5: Оф – united flora, Кт – flora of the control flow of the floodplain of the Vy-chegda river.

Таблица 4 / Table 4

Ведущие семейства и роды флоры водоёмов в зоне влияния АО «СЛПК» и контрольных водоёмов
The leading families and genera of the flora of water bodies in the zone of influence of JSC "SLPC" and control water bodies

Таксон Taxon	К		II		ВД		Вч		Кт		Вб	
	R	N (P, %)	R	N (P, %)	R	N (P, %)	R	N (P, %)	R	N (P, %)	R	N (P, %)
Asteraceae	2	5 (15,6)	1-2	9 (14,8)	-	-	1-2	7 (10,6)	4	6 (6,1)	2	23 (7,1)
Рoaceae	1	8 (25,0)	1-2	9 (14,8)	2-3	3 (7,1)	3	5 (7,6)	2-3	10 (8,4)	3	22 (6,7)
Сyperaceae	-	-	4	4 (6,6)	1	7 (16,7)	1-2	7 (10,6)	1	11 (9,3)	1	29 (8,9)
Lamiaceae	3-4	3 (9,4)	5	4 (6,6)	-	-	6-11	3 (4,5)	10-16	3 (2,5)	9-12	8 (2,5)
Salicaceae	-	-	3	5 (8,2)	2-3	3 (7,1)	6-11	3 (4,5)	6-9	4 (3,4)	5	16 (4,9)
Juncaceae	-	-	-	-	-	-	4-5	4 (6,1)	10-16	3 (2,5)	17-21	5 (1,5)
Polygonaceae	-	-	8	3 (4,9)	-	-	4-5	4 (6,1)	5	5 (4,2)	7-8	12 (3,7)
Potamogetonaceae	-	-	-	-	-	-	6-11	3 (4,5)	2-3	10 (8,4)	4	20 (6,1)
Onagraceae	3-4	3 (9,4)	6	4 (6,6)	-	-	6-11	3 (4,5)	-	-	22-26	4 (1,2)
Typhaceae	-	-	7	4 (6,6)	-	-	-	-	-	-	9-12	8 (2,5)
Scrophulariaceae	-	-	-	-	-	-	6-11	3 (4,5)	-	-	17-21	5 (1,5)
Primulaceae	-	-	-	-	-	-	6-11	3 (4,5)	-	-	22-26	4 (1,2)
Всего / Total:	-	19 (59,4)	-	42 (69,1)	-	13 (30,9)	-	45 (68,0)	-	79 (67,5)	-	156 (47,8)
Carex	-	-	3-5	3 (4,9)	1	7 (16,7)	1-6	3 (4,5)	2	6 (5,1)	1	19 (5,8)
Salix	-	-	1	5 (8,2)	2	3 (7,1)	1-6	3 (4,5)	3	4 (3,4)	3	15 (4,6)
Epilobium	1	3 (9,4)	2	4 (6,6)	-	-	1-6	3 (4,5)	-	-	11-16	4 (1,2)
Juncus	-	-	-	-	-	-	1-6	3 (4,5)	4	3 (2,5)	9-10	5 (1,5)
Potamogeton	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10 (8,5)	2	18 (5,5)
Bidens	-	-	3-5	3 (4,9)	-	-	1-6	3 (4,5)	-	-	17-33	3 (0,9)
Persicaria	-	-	-	-	-	-	1-6	3 (4,5)	4	3 (2,5)	4-5	7 (2,1)
Sparganium	-	-	3-5	3 (4,9)	-	-	-	-	-	-	11-16	4 (1,2)
Eleocharis	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3 (2,5)	5-6	7 (2,1)
Всего / Total:	-	3 (9,4)	-	18 (29,5)	-	10 (23,8)	-	18 (27,5)	-	29 (24,5)	-	82 (24,9)

Примечание. Вб – водоёмы бассейна среднего течения р. Вытегоды; R – ранг; N – число видов; P – доля; (-) – прочерком отмечены семейства и роды, не входящие в число ведущих, либо отсутствующие.

Note. Вб – water bodies of the basin of the middle course of the Vyteghda river, R – the rank; N – the number of species; P – the proportion; (-) – families and genera that are not among the leading ones or are absent are marked with a dash.

Таблица 5 / Table 5

Показатели синантропизации флоры водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК»
Parameters of synanthropization of the flora of reservoirs located in the zone of influence of JSC «SLPC»

Водоём / Water body	Индекс / Index		
	синантропности synanthropy (Is), %	апофитности apophytity (Iap), %	адвентивности adventivity (Iad), %
Самотёчный канал / Gravity channel	100,0	74,2	25,8
Пруды аэрации / Aeration ponds	100,0	75,4	24,6
Водохранилище Кылог / Kylog Reservoir	100,0	92,9	7,1
Р. Вычегда / The Vychegda river	98,4	85,7	14,1

в контрольных водоёмах и водоёмах региона в целом ведущее положение принадлежит родам *Carex*, *Potamogeton* и *Salix*. Основное отличие родового спектра анализируемых флор – отсутствие в составе ведущих р. *Potamogeton* (неотъемлемого компонента водных флор) и присутствие в списке ведущих р. *Bidens* (табл. 4).

Отношение числа видов флоры к числу родов (родовой коэффициент флоры) является отражением разнообразия её экологических условий. Чем выше значение коэффициента, тем ниже разнообразие занимаемых флорой экотопов [13]. Для объединённой флоры, включающей в себя всё экотопическое разнообразие изученных водных объектов, родовой коэффициент составляет 63,1% (табл. 3), в то время как для каждого изученного типа водоёмов его значение от 68,9 до 77,4%.

Коэффициент сходства (по Жаккару) видового состава каждой из флор с флорой водоёмов контрольного участка не превышает 36%. У флор самотёчного канала и флоры прудов аэрации значение коэффициента сходства ещё ниже – 11 и 19% соответственно.

Общими для флор всех типов водоёмов являются 10 видов: *Alisma plantago-aquatica*, *Bidens cernua*, *B. tripartita*, *Carex pseudocyperus*, *Lycopus europaeus*, *Epilobium palustre*, *Agrostis stolonifera*, *Phalaroides arundinacea*, *Ranunculus repens* и *Typha latifolia*. Их доля в объединённой флоре составляет 8,4%, во флоре самотёчного канала – 32,3%, прудов аэрации – 16,4%, водохранилища Кылог – 23,8%, р. Вычегды в зоне влияния АО «СЛПК» – 15,6%. Три их общих вида (*Bidens cernua*, *B. tripartita* и *Typha latifolia*) – адвентивны для флоры региона.

Флора каждого водоёма имеет в своём составе «уникальные» (присутствующие только в ней) виды. Во флоре самотёчного канала таких видов – 5 (16,2%), прудов аэрации – 20 (32,8%), водохранилища Кылог – 14 (33,3%), р. Вычегды в зоне влияния АО «СЛПК» – 30 (46,8%).

Сосудистые споровые и мхи в антропогенных водоёмах не отмечены.

Анализ степени синантропности флор водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК», показал высокую степень трансформированности их флор (табл. 5). Флора антропогенных водоёмов полностью составлена толерантными к антропогенным нарушениям видами, из которых 15 (8 – для флоры самотёчного канала и 15 – для прудов аэрации) существуют в регионе благодаря антропогенному фактору. Это адвентивные виды (табл. 5).

Наиболее активные среди них череда поникшая (*Bidens cernua*), череда трёхраздельная (*Bidens tripartite*), зюзник европейский (*Lycopus europaeus*) и рогоз широколистный (*Typha latifolia*). На долю адвентивного компонента во флоре прудов и канала приходится около четверти их видового разнообразия (табл. 5). Остальные 75% это виды природной флоры, способные произрастать на импактных экотопах (апофиты). Флоры антропогенно-трансформированных водоёмов также значительно синантропизированы (Is=98,4 и 100,0%), но доля участия в них заносных видов заметно ниже (табл. 5). Основу их флоры составляют апофиты. В составе флоры р. Вычегды отмечен один индигенофит – *Riccia cavernosa*.

Заключение

Флора водоёмов в зоне влияния АО «СЛПК» объединяет 119 видов макрофитов, относящихся к 77 родам и 43 семействам. Цветковые растения в её составе представлены 114 видами, а криптогамные – пятью: сосудистые споровые – двумя, мохообразные – тремя.

Ведущие позиции по числу видов занимают Asteraceae, Cyperaceae и Poaceae: в антропогенных водоёмах – Poaceae и Asteraceae, в антропогенно-трансформированных – Cyperaceae и Asteraceae. Списки ведущих

родов возглавляют *Carex*, *Salix* и *Epilobium*. Сосудистые споровые и мхи в антропогенных водоёмах не отмечены.

Флоры водоёмов, находящихся в зоне влияния АО «СЛПК», испытывают высокую антропогенную нагрузку. Об этом свидетельствуют большая доля одновидовых семейств и родов и повышенные значения родового коэффициента (от 68,9 до 77,4% – отдельно для каждого типа водоёмов).

Таксономическая структура флор антропогенно-трансформированных водоёмов хоть и претерпела серьёзные изменения, но всё же сохраняет черты сходства с флорой водоёмов контрольного участка и региона в целом.

Коэффициент сходства (по Жаккару) каждой из флор с флорой водоёмов контрольного участка не превышает 36%.

В составе анализируемых флор присутствуют охраняемые на территории Республики Коми виды [14]: *Riccia cavernosa* (III) и *Carex pseudocyperus* (III).

Флоры водоёмов, находящиеся в зоне влияния АО «СЛПК», имеют высокую степень трансформированности: флора антропогенных водоёмов на 100,0% составлена синантропными видами ($I_s=100,0\%$). Наиболее активные среди них *Bidens cernua*, *Bidens tripartita*, *Lycopus europaeus* и *Typha latifolia*. Флоры антропогенно-трансформированных водоёмов также значительно синантропизированы ($I_s=98,4-100,0\%$), но доля участия в них заносных видов ниже. Основу их флоры составляют апофиты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта «Оценка долговременного влияния АО “Монди СЛПК”» (договор № 45-2018/180405). Авторы статьи благодарны М.А. Василевич за помощь в подготовке карты-схемы.

References

1. Berkman E.M., Vishnevsky S.M., Ioffe L.O. Dictionary of pulp and paper production / Ed. N.V. Ryukhin. Moskva: Timber industry, 1969. 299 p. (in Russian).
2. Likhanova I.A., Genrikh E.A., Perminova E.M., Zheleznova G.V., Kholopov Yu.V., Lapteva E.M. The effects

of clear cutting on the biodiversity of middle taiga blueberry spruce forests in the North-East of European Russia // Theoretical and Applied Ecology. 2023. No. 2. P. 56–65 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2023-2-056-065

3. Ufimtsev K.G., Beshley I.V., Shirshova T.I., The content of extractive substances in the products of destruction of bark-woods wastes generated during long-term storage, taking into account the vertical gradient // Theoretical and Applied Ecology. 2022. No. 4. P. 144–150 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2022-4-144-150

4. Baturina M.A., Kononova O.N. The influence of wastewater from pulp and paper industry enterprises on aquatic zoocenoses: literature review // Siberian Ecological Journal. 2021. No. 6. P. 685–695 (in Russian). doi: 10.15372/SEJ20210601

5. Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology. Moskva: Drofa, 1997. 115 p. (in Russian).

6. Katanskaya V.M. Higher aquatic vegetation of continental water bodies of the USSR. Study methods. Leningrad: Nauka, 1981. 187 p. (in Russian).

7. Patova E.N., Kondratenok B.M., Sivkov M.D., Kostrova S.N. Water quality of the Vychegda River under the conditions of the receipt of treated wastewater from the pulp and paper industry // Siberian Ecological Journal. 2021. No. 6. P. 696–714 (in Russian). doi: 10.15372/SEJ20210602

8. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR). Sankt-Peterburg: Mir i Semya, 1995. 992 p. (in Russian).

9. IPNI: The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2023 [Internet resource] <http://www.ipni.org> (Accessed: 01.02.2023).

10. Gorchakovskiy P.L., Telegova O.V. Comparative assessment of the level of synanthropization of the vegetation cover of specially protected natural areas // Ecology. 2005. No. 6. P. 403–408 (in Russian).

11. Zverev A.A. Information technology in vegetation research: Textbook. Tomsk: Isdatel'stvo tomского gosudarstvennogo universiteta, 2007. 304 p. (in Russian).

12. Schmidt V.M. Flora of the Arkhangelsk region. Sankt-Peterburg: Isdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2005. 346 p. (in Russian).

13. Tolmachev A.I. Introduction to plant geography. Leningrad: Nauka, 1974. 244 p. (in Russian).

14. Red Data Book of the Komi Republic. Syktyvkar / Ed. S.V. Degteva. Syktyvkar: Komi respublikanskoe isdatel'stvo, 2019. 768 p. (in Russian).