

# МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 556.5

## СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ

**Волчек Александр Александрович**

*доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Шешко Николай Николаевич**

*кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Парфомук Сергей Иванович**

*кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Шпендик Наталья Николаевна**

*кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Дашкевич Денис Николаевич**

*старший преподаватель кафедры природообустройства,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Сидак Светлана Васильевна**

*ассистент кафедры информатики и прикладной математики, магистр физико-математических наук,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

**Кухаревич Михаил Федорович**

*магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства,  
Брестский государственный технический университет (Брест, Беларусь)*

*В статье дана оценка современных гидрологических характеристик рек Беловежской пуши на основе созданной геоинформационной системы и проведен анализ наблюдаемых тенденций.*

Беловежская пуца – это Национальный парк на территории Беларуси, располагающийся в пределах Каменецкого, Пружанского и Свислачского районов. Он создан с целью сохранения уникальных и эталонных природных объектов, и комплексов, в связи с чем представляет большой научный интерес в области охраны природы, рекреации, гидрологии и других [1]. Исследуя гидрологические особенности водных объектов Беловежской пуши, можно получить уникальные сведения о развитии водного объекта в естественных условиях, а также в условиях антропогенных воздействий в прошлом и настоящем [2, 3].

Исследование гидрологических характеристик рек Национального парка «Беловежская пуца» осуществлялось в 2 этапа:

- создание геоинформационной системы (ГИС);
- исследование гидрологических характеристик водных объектов.

При создании ГИС Беловежской пуши важнейшим документом послужила Европейская Рамочная Водная Директива [4], регламентирующая подходы в политике охраны, использования и управления водными ресурсами и призвана гармонизировать подходы к управлению водными ресурсами и их охране [5]. Для разработки ГИС были использованы картографические материалы в виде космоснимков, топографических планов и цифровых моделей рельефа [6]. Созданная ГИС позволила обновить базу гидрологических характеристик рек Беловежской пуши (таблица 1) и включала следующие слои [2, 5]:

- линейные слои рек и каналов;
- полигональные слои водоемов и водосборов;
- полигональные и растровые слои болот и лесной растительности;
- линейный слой границы Национального парка;
- точечные слои истоков и устьев рек;
- растровый слой цифровой модели рельефа национального парка;
- топографические планы и космоснимки национального парка.

Таблица 1 –Характеристика рек Беловежской пуши

Название Рек	Длина, км	Высота истока, м	Уклон русла, ‰	Водосб. площадь, км <sup>2</sup>	Заозерен., %	Залесён., %	Заболочен., %
Белая	16,4	181	3,5	273,3	0,0	23,1	2,1
Березовка	6,0	187	3,8	24,7	0,0	21,2	
Вишня	12,5	180	2,9	43,4	0,0	77,7	3,0
Гвозна	16,0	187	5,9	94,0	0,0	93,1	24,1
Гитка	2,5	183	5,7	13,3	0,0	99,5	1,8
Гурицинка	4,0	232	3,8	9,6	0,3	56,3	2,7
Друновка	15,4	216	6,2	40,4	0,0	69,1	14,8
Еленка	3,3	195	4,6	12,3	0,0	95,3	14,6
Зельвянка	66,3	200	3,8	1710,4	0,1	26,7	1,4
Злота	3,1	190	3,6	6,4	0,0	40,3	4,0
Зубрица	3,5	184	6,1	14,6	0,0	91,5	10,3
Калиновец	1,8	194	4,4	7,2	0,0	99,3	5,3
Колонна	34,2	206	3,2	93,8	0,0	52,0	15,4
Крапивница	9,8	223	3,7	39,1	0,0	43,4	2,8
Кулевка	3,6	192	4,9	9,9	0,0	96,6	18,8
Лесная	28,4	166	3,4	7333,7	0,0	28,9	9,8
Лесная Левая	47,9	186	2,7	435,0	0,0	54,3	6,0
Лесная Правая	39,3	178	3,5	409,6	0,0	63,2	8,0
Ломовка	9,1	214	4,3	17,3	0,0	57,8	1,6
Лошанка	8,5	202	2,8	35,9	0,0	19,4	0,0
Лужайка	8,7	183	3,0	47,4	0,0	19,4	17,1
Лутовка	5,4	178	6,5	82,5	0,0	92,0	7,3
Медянка	17,1	206	3,6	57,8	0,3	60,1	17,6
Муравка	4,0	184	3,1	5,8	0,0	31,9	4,3
Нарев	62,4	190	3,3	1848,1	0,0	34,2	7,7
Наревка	32,2	180	4,2	468,5	0,0	60,1	8,7
Немержанка	9,4	193	5,1	34,8	0,0	98,2	25,3
Ольховка	5,3	–	–	16,6	0,0	30,1	77,3
Орлунка	6,3	196	4,1	18,7	0,0	98,8	24,2
Переволока	7,4	187	6,2	33,2	0,2	96,6	17,0
Переделка	3,0	188	2,4	17,8	0,0	17,8	0,0
Перерочница	3,8	186	7,9	9,0	0,0	0,0	0,0
Песец	3,8	208	4,8	96,8	0,2	95,7	4,4
Плюсковка	8,4	204	5,0	13,5	0,0	97,2	22,1
Побойка	3,4	203	6,1	126,7	0,0	91,4	11,4
Полична	13,3	194	3,7	57,1	0,0	66,9	4,0
Поперечная	9,2	191	2,9	37,9	0,0	8,8	0,4
Пчелка	16,8	197	3,0	1207,1	0,0	64,9	15,8
Рось	16,5	212	3,8	48,6	0,0	30,0	1,8
Рудава	15,3	187	4,9	67,3	0,0	91,1	20,4
Сипурка	8,8	197	3,5	84,8	0,2	27,9	2,0
Соломенка	13,4	198	4,2	19,2	3,0	91,9	23,2
Станок	6,5	196	4,9	33,2	0,0	94,3	5,4
Точница	6,1	183	4,1	38,3	0,5	20,5	0,2
Тушемлянка	11,1	190	4,9	26,8	0,0	64,9	27,9
Хоровка	7,5	203	3,4	21,0	0,0	50,9	1,0
Щиба	19,8	199	4,5	124,7	0,1	44,3	2,9
Яменка	4,4	187	4,8	40,3	0,0	98,4	16,0
Ясельда	59,9	185	3,3	8291,8	0,1	21,3	13,0
Ятвезь	7,6	190	3,1	55,0	0,003	29,1	0,0

В качестве основного параметра исследования использована расходы воды рек Беловежской пуши в различные сезоны года, вычисление которого выполнялось в соответствии с ТКП 45-3,04-168-2009[7].

В работе при определении гидрологических характеристик применялись, в зависимости от наличия информации, 2 метода расчета [8]:

- при наличии данных гидрологических наблюдений;
- при отсутствии данных гидрологических наблюдений.

Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности осуществлялся путем применения аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения – кривых обеспеченностей [8].

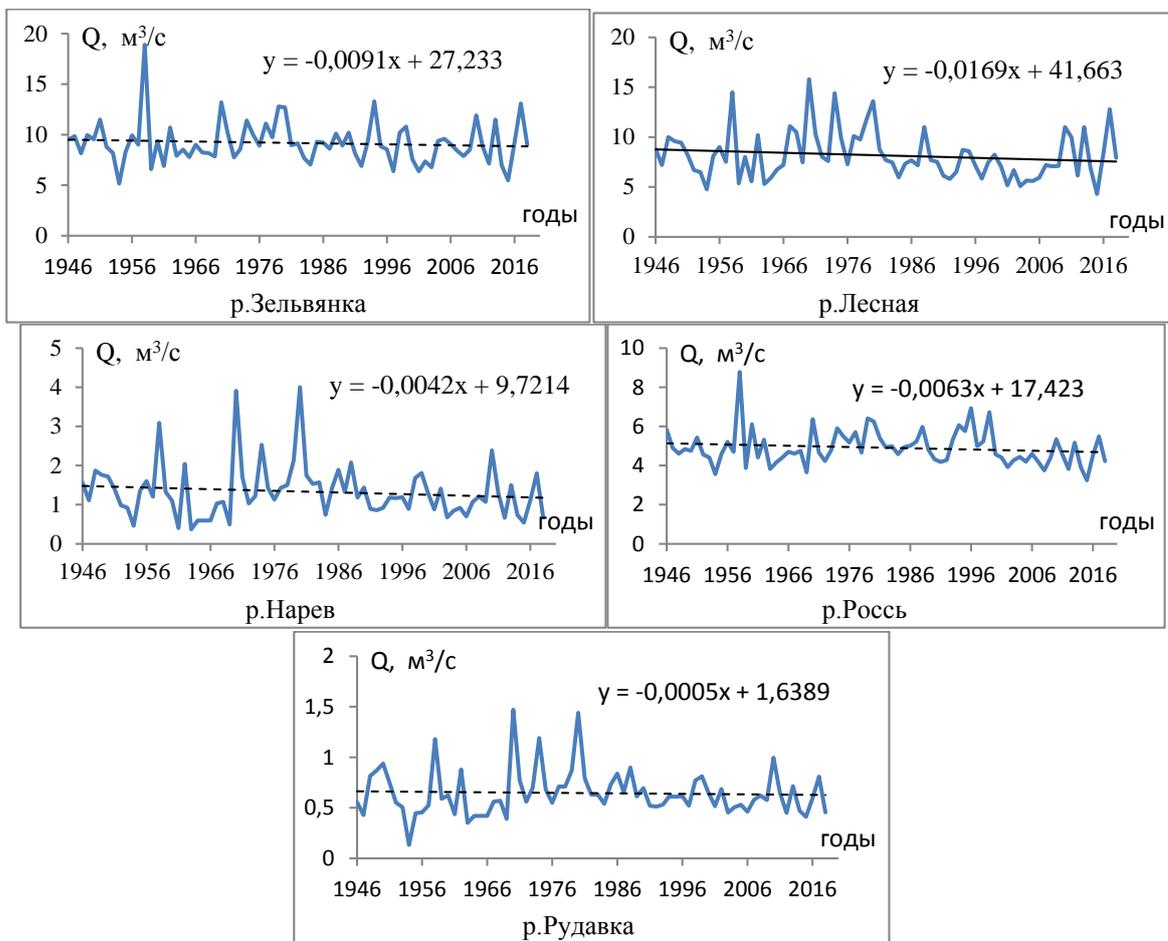
При недостаточности данных гидрологических наблюдений параметры кривых распределения вероятностей гидрологических характеристик, а также основных элементов расчетного гидрографа приводились к многолетнему периоду с привлечением данных аналогов [8].

При выборе реки-аналога основными требованиями являлись: наличие синхронности в колебаниях речного стока расчетного створа и створов-аналога, которые выражают через коэффициент корреляции; наличие достаточно продолжительного ряда наблюдений на реке-аналоге, который при недостаточности наблюдений приводят к многолетнему периоду в соответствии с описанными выше рекомендациями [8].

В ходе исследования определены расходы воды годового стока, максимального стока весеннего половодья, максимального стока дождевых паводков, минимального летне-осеннего стока, минимального зимнего стока при наличии данных наблюдений для рек Ясельда, Рудовка, Россь, Нарев, Лесная, Зельвянка для типовых расчетных обеспеченностей 5, 25, 50, 75 и 95%, что соответствует очень многоводному, многоводному, среднему, маловодному и очень маловодному году (рисунок). Кроме того, анализ внутригодового распределения стока позволил выявить современные тенденции в изменении его в годовом разрезе (таблица 2).

Таблица 2 – Внутригодовое распределение стока

Обеспеч., %	Весна				Лето-осень							Зима			
	III	IV	V	Σ	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Σ	XII	I	II	Σ
<i>р.Зельвянка – Пески</i>															
5	5,78	24,9	9,25	40	5,59	7,46	4,45	5,48	6,58	8,16	37,7	6,56	5,36	10,4	22,3
25	23,5	9,82	6,12	39,4	5,85	7,78	4,97	5,66	6,3	7,45	38	7,09	5,71	9,76	22,6
50	20,2	12,1	7,43	39,8	7,13	5,7	4,7	5,75	6,46	7,88	37,6	7,39	9,21	5,99	22,6
75	23,9	10	6,23	40,2	5,78	7,69	4,91	5,59	6,23	7,36	37,6	6,99	5,63	9,63	22,3
95	18,1	13,2	10,1	41,4	6,94	5,76	4,92	5,26	6,58	7,81	37,3	9,12	6,54	5,7	21,4
<i>р.Нарев – Немержа</i>															
5	10,6	20	4,02	34,6	2,77	6,9	4,53	4,48	11,1	15	44,7	3,55	10,6	6,52	20,7
25	5,79	28,1	14,1	48	5,47	2,37	3,68	3,02	4,44	7,55	26,5	12,6	8,07	4,8	25,5
50	26,8	19,7	9	55,5	4,33	2,9	1,51	1,56	2,73	4,73	17,8	8,26	13,6	4,82	26,7
75	7,61	37	18,5	63,1	2,32	1	1,56	1,28	1,88	3,2	11,3	12,7	8,13	4,84	25,6
95	36,2	24,6	11,6	72,4	1,6	0,75	0,42	0,46	0,81	1,35	5,4	4,9	10,1	7,19	22,2
<i>р.Россь – Студенец</i>															
5	14,2	9,3	6,76	30,2	6,69	7,9	5,83	8,09	7,04	7,53	43,1	8,82	7,85	10	26,7
25	13,4	9,47	8	30,9	7,83	5,68	6,73	7,53	7,14	8,44	43,4	8,47	7,69	9,62	25,8
50	12,4	10,2	8,23	30,8	7,68	6,96	5,91	6,71	7,58	8,34	43,2	8,68	7,62	9,7	26
75	13,4	9,5	8,03	31	7,74	5,62	6,66	7,44	7,06	8,35	42,9	8,6	7,81	9,77	26,2
95	11,8	9,83	8,3	29,9	7,36	5,51	6,25	6,04	7,98	9,59	42,7	10,5	8,81	8,04	27,3
<i>р.Рудавака– Рудня</i>															
5	12,7	6,97	3,81	23,4	3,08	6,32	10,7	4,93	9,24	15,9	50,2	7,58	14,1	4,7	26,4
25	24,3	13,4	7,33	45	2,06	4,23	7,18	3,29	6,17	10,6	33,5	6,16	11,5	3,81	21,4
50	8,33	32,7	18,4	59,4	6,81	2,39	1,41	2,2	3,59	5,72	22,1	5,47	9,76	3,19	18,4
75	38,7	21,3	11,7	71,7	0,78	1,6	2,73	1,25	2,34	4,03	12,7	4,46	8,3	2,77	15,5
95	24,4	49,3	11,3	85	1,36	0,59	0,279	0,26	0,59	1,22	4,29	5,83	2,7	2,18	10,7
<i>р.Ясельда – Хорева</i>															
5	4,99	7,05	3,53	15,6	10,5	8,42	6,17	7,33	10,1	12	54,5	9,65	12,7	7,48	29,9
25	10	14,1	7,07	31,2	7,89	6,31	4,63	5,5	7,6	8,99	40,9	9	11,9	6,98	27,9
50	8,78	17,1	12,1	38,1	6,9	5,24	4,37	4,99	6,22	7,32	35	8,61	11,5	6,8	26,9
75	13,8	19,7	9,19	42,7	6,02	5,02	3,57	6,41	5,59	3,91	30,5	11,5	8,56	6,7	26,8
95	21,5	14,9	11,8	48,2	5,46	3,52	2,82	3,26	4,75	6,02	25,9	8,52	10,7	6,72	25,9



**Рисунок – Хронологический ход годового стока**

Анализ полученных результатов показал:

1. Длительная маловодная фаза в многолетних колебаниях годового, минимального летне-осеннего и зимнего стока рек Беловежской пуши, наблюдавшаяся на всех исследуемых реках с 1950 г., в период 1970–1980 гг, сменилась на фазу повышенной водности, тогда как многолетняя динамика максимального стока рек демонстрировала многоводную фазу с 1946 г., сменившуюся фазой пониженной водности в начале 1980-х гг., наблюдаемой до 2018 г, для всех рек территории исследования.

2. Для всех рек пуши четко прослеживается:

– асинхронный ход в многолетних изменениях максимального и минимального стока, максимального и годового стока, что подтверждается отрицательными значениями корреляции между ординатами разностно-интегральных кривых соответствующих расходов речного стока;

– значимые корреляционные связи между разностно-интегральными кривыми минимального летне-осеннего и зимнего стока;

– синфазность в многолетних колебаниях годового и минимального стока.

3. В период современного потепления (1989–2018 гг.) значительно уменьшилась повторяемость опасных максимальных расходов (для всех створов) и минимальных зимних расходов речного стока (для большинства створов), однако в половине случаев увеличилась повторяемость опасных минимальных летне-осенних расходов речного стока.

4. Выявлено смещение месяца, в котором наблюдаются максимальные расходы речного стока, с апреля на февраль и март во втором периоде, а месяцы с минимальными расходами во втором периоде наблюдаются в основном в летне-осенний период.

5. Выявленное в работе статистически значимое уменьшение максимального и увеличение минимального зимнего стока рек Беловежской пуши позволяют сделать вывод о том, что основной особенностью современных изменений водного режима рек является перераспределение стока внутри года, происходящее при относительном постоянстве среднегодовых расходов воды. С точки зрения водопользования уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья влечет неоднозначные последствия, Положительным моментом является снижение гидроэкологических рисков и ущерба наводнений, затоплений территорий, Отрицательной реакцией является возможное формирование напряженности водопользования в летнюю межень.

#### Список использованных источников

1. Белавежская пушча // Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. / Рэдкал.: Г.П. Пашкоў [і інш.], – Мінск: Беларуская энцыклапедыя, 1996. – Т.2, – 479с.
2. Волчек, А.А. Методика оценки трансформации гидрографической сети (на примере ООПТ «Беловежская пушча») / А.А. Волчек, Н.Н. Шешко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплотехника. – С. 20–25
3. Wołczek, A.A. Stan systemów melioracyjnych strefy ochronnej Parku Narodowego Białowieska i ocena ich wpływu na warunki wodne terenów przyległych / A.A. Wołczek, N.N. Szeszko, W.I. Kamłacz // Gospodarka wodna. – 2009. – Nr. 7(727). – P. 282–286.
4. Директива 2000/60/ЕС Европейского Парламента и Совета от 23 октября 2000 г. (Рамочная Водная Директива).
5. Волчек, А.А. Геоинформационная система гидрографической сети водосбора р. Западный Буг / А.А. Волчек, В. Соболевски, Н.Н. Шешко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009. – № 2(56): Водохозяйственное строительство и теплотехника. – С. 2–8,
6. Плотникова, А.С. Выделение границ водосборных бассейнов рек на локальном пространственном уровне / А.С.Плотникова, А. О. Харитоновна // Вопросы лесной науки, 2018. – № 1. – С. 1–10
7. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250)// Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
8. Волчек, А.А. Гидрологические расчеты : учебное пособие / А.А. Волчек. – Москва : КНОРУС, 2021. – 418 с.

УДК 595.76 : 630.43 : 502.4

### **ДИНАМИКА ВИДОВОГО БОГАТСТВА КОМПЛЕКСОВ САПРОКСИЛОБИОНТНЫХ ЖУКОВ В РАЗРУШЕННОМ ПОЖАРОМ И КОНТРОЛЬНОМ СОСНЯКАХ ВОРОНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ) В 2019-2021 ГОДАХ**

**Емец Виктор Максимович**

*доктор биологических наук, главный научный сотрудник научного отдела,*

*Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова (Воронеж, Россия)*

**Емец Надежда Семеновна**

*лаборант-исследователь научного отдела,*

*Воронежский государственный природный биосферный заповедник им. В.М. Пескова (Воронеж, Россия)*

*В 2019–2021 гг. (в первые 3 года после пожара) изучали видовое богатство комплексов сапроксилобионтных жуков (КСЖ) на пожарище и в контрольном сосняке Воронежского заповедника. На пожарище видовое богатство КСЖ увеличилось до 12 видов; обнаружены 2 вида, занесенные в Красную книгу Воронежской области.*

Пожары – мощный фактор разрушения хвойных насаждений и одновременно фактор, благоприятствующий сохранению комплексов сапроксилобионтных жуков (КСЖ), так как после пожаров образуются значительные запасы мертвой древесины с большим количеством экологических ниш [9, 12–16]. Сукцессия или «круговорот видов» КСЖ после пожара протекает по-разному в различных природных зонах и регионах умеренного климатического пояса [7, 9, 11, 13]. На особо охраняемых природных территориях (ООПТ) РФ пирогенная сукцессия КСЖ изучена слабо; между тем многолетняя динамика видового богатства КСЖ на пожарищах и в контрольных лесных экосистемах ООПТ заслуживает детального изучения. Сапроксилобионтные виды жуков на ООПТ могут выступать в качестве биоиндикаторов высококачественных зрелых («первобытных» – primeval) лесных участков [8].

В 2018 году в западной части Воронежского заповедника низовой пожар разрушил десятки га старовозрастных сосновых насаждений. В 2019 году на пожарище и в соседнем контрольном сосняке были начаты исследования годовой динамики видового богатства КСЖ.

Цель сообщения – обобщить данные о видовом составе и видовом богатстве КСЖ на пожарище и в сосняке-контроле в Воронежском заповеднике в первые 3 года после пожара 2018 года (в 2019–2021 гг.).

Материал и методы. Воронежский заповедник (31053,8 га) расположен в лесостепной зоне европейской части РФ и включает северную часть островного лесного массива Усманского бора. Заповедник находится на территориях Воронежской (17730,0 га) и Липецкой областей (13323,8 га). В 2018 году (23.VI.) в западной части Борского участкового лесничества Воронежского заповедника (в зоне абсолютного покоя на модельном геоботаническом маршруте – квартала 343/363–344/364) низовой пожар сильной интенсивности разрушил 74 га спелых и средневозрастных насаждений сосны обыкновенной (возраст 77–120 лет, диаметр стволов 28–42 см, общий запас древесины около 15 000 м<sup>3</sup>). На пожарище произрастал и вблизи пожарища произрастает сосняк травяной (А<sub>2</sub>– свежий бор).

После пожара в пределах квартала 363 были избраны два стационарных участка по 3 га: гарь (выдела 13–15) и рядом расположенный неповрежденный (контрольный) сосняк (выдела 10–12). В 2019–2021 гг. ежегодно летом (в июле) на каждом стационарном участке изучали видовое богатство КСЖ, применяя 5 пробных маршрутных полос длиной 50 метров и шириной 1 м. Сапроксилобионтных жуков искали, вскрывая стамеской кору мертвых деревьев сосны. На отдельных мертвых (сухостойных и валежных) деревьях сосны вскрывалось и осматривалось подкороевое пространство