АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТИ СТОКА РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА НА РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПО МАТЕРИАЛАМ ДЗЗ

А. В. Шкабара[1)], **А. Б. Кафтанчикова**[2)]

[1)]Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь, e-mail: anyarti.11@mail.ru
[2)]Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь, e-mail: abkaft@rambler.ru

В работе отражена зависимость количества и размеров островов, определяющих их формирование реки Западная Двина, а также влиянии ГЭС на острова и сток реки.

Ключевые слова: сток реки; геоинформационные технологии; речной массив; русловые процессы.

ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF FLOW REGULATION THE WESTERN DVINA RIVERS ON CHANNEL PROCESSES ACCORDING TO MATERIALS OF RES

A. V. Shkabara[1)], **A. B. Kaftanchikova**[2)]

[1)] Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, Minsk, Belarus, e-mail: anyarti.11@mail.ru
[2)] Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, Minsk, Belarus, e-mail: abkaft@rambler.ru

The work reflects the dependence of the number and size of islands that define their banks of the Western Dvina River, as well as the influence of hydroelectric power stations on the islands and the river flow.

Keywords: river flow; geographic information technologies; river massif; riverbed processes.

Настоящая работа посвящена анализу зарегулирования стока реки на зависимость количества и размеров островов восточной части Балтийского моря реки Западная Двина в пределах территории Беларуси от реки Сосница вниз по течению под руководством старшего преподавателя кафедры геодезии и к космоаэрокартографии Кафтанчиковой А. Б.

Западная Двина берет свое начало из оз. Корякино на Валдайской возвышенности и пересекает территории трех государств – России, Беларуси и Лат-

вии. На территорию Беларуси приходится среднее течение реки, протяженность выработанной долины составляет примерно 328 км, площадь водосборного бассейна – 33,2 тыс. км^2.

Река Западная Двина – одна из наиболее значительных рек Беларуси, которая по водности уступает лишь Днепру. Вытекает из озера Корякино, в 14 километрах юго-западнее городского поселка Пено Тверской области (Россия), впадает в Рижский залив Балтийского моря у города Рига (Латвия).

Регулирование стока – искусственное целенаправленное перераспределение во времени речного стока в соответствии с требованиями потребления, который отражается в увеличении или уменьшении стока по сравнению с естественным режимом в определённые периоды.

Регулирование стока реки Западная Двина выполняется для управления водными ресурсами и предотвращения потенциальных негативных последствий, связанных с водными потоками. Построение Полоцкой и Витебской ГЭС помогает контролировать уровень воды в реке, предотвращать наводнения, особенно в районах с густонаселёнными территориями и сельскохозяйственными угодьями. Регулирование реки приводит к изменению уровня воды в реках, что влияет на форму и размер островов. Некоторые острова могут исчезнуть или, наоборот, появиться новые.

Острова – важнейший морфологический элемент разветвленного русла, определяющий рассредоточение потока по рукавам, особенности переформирований рукавов и всего русла в зависимости от их конфигурации, размеров и положения на реке. Отличаясь в этом отношении большим разнообразием, а также количеством и взаимным расположением, они характеризуют морфодинамический тип русла. В условиях свободного развития русловых деформаций, будучи аккумулятивными аллювиальными образованиями, и постоянно подвергаясь воздействию потока, острова постоянно изменяются, размываются, наращиваются, смещаются, объединяются, причленяются к береговой пойме, создавая, вместе с бывшими рукавами или протоками, обсохшими и заросшими, ее ложбинно-островной рельеф. При размыве островов со стороны оголовков в русло поступает значительное количество наносов, которые, аккумулируясь в их ухвостьях или рукавах ниже по течению, способствуют формированию перекатов. Возле островов возможно образование заторов льда во время ледохода, также оказывающих воздействие на развитие разветвлений.

Исследования островов представляют немалый интерес. Вследствие их небольшого размера, замкнутости территории, особенностей микроклимата и влиянии ГЭС на островах создаются особые условия.

Образованию островов в реке способствуют:

- с одной стороны, увеличение её водности и ширины, поскольку в этом случае повышается вероятность возникновения в потоке нескольких динамических осей и зон между ними, где начинается накопление наносов;
- с другой стороны, заметное уменьшение транспортирующей способности — падение скоростей течения и уменьшение уклона потока, например при выходе реки из горного массива на равнину, при впадении реки в водоём и образовании дельты и т. д.

Как правило, образование острова в русле реки начинается с осерёдка. Осерёдок — наносное отложение в русле реки, не имеющее растительности и не примыкающее к берегу, которое во время высокого уровня воды затапливается, образуя мель, а в межень осыхает, превращаясь в невысокий остров. Со временем на осерёдке появляется растительность, препятствие для потока увеличивается, и он начинает ещё больше аккумулировать наносы в данном месте. Как и осерёдки, речные острова со временем подвержены смещению вниз по течению потока. О таком их свойстве писал ещё в 1857 году действительный член Петербургской академии наук К. М. Бэр на примере волжских островов.

Для сбора и анализа зависимость количества и размеров островов на участок от реки Сосница до Белорусско-Латвийской границе использовались данные с Белорусского космического аппарата. БКА оснащен панхроматической съемочной системой, позволяющей получать черно-белые снимки с разрешением 2,1 м, и мультиспектральной съемочной системой для получения снимков с разрешением 10,5 м в четырех спектральных диапазонах. Следующим этапом производилась векторизация островов реки Западная Двина. В качестве исходных данных были взяты панхроматические и мультиспектральные снимки территории бассейна реки Западная Двина, за 2014 и 2023 год разных периодов года.

Для начала исследования в ГИС Панорама создавалась пользовательская векторная карта масштаба 1:100000, как основа. Далее были добавлены космические снимки (рис. 1).

Рис. 1. Процесс векторизации островных массивов

Сравнивая островные массивы в период весеннего половодья 2014 года, было установлено, что остров был затоплен и разделен на две части, так как она оказались ниже уровня воды. Также было выявлено, что островные массивы в период весеннего половодья были затоплены (рис. 2).

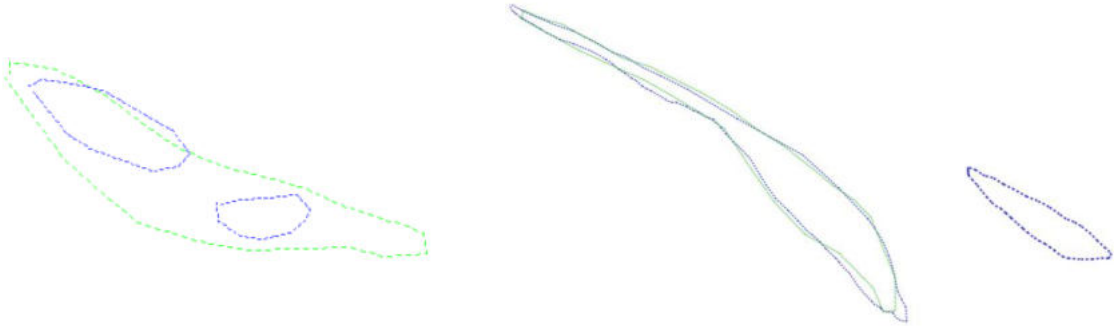

Рис. 2. Затопление и разделение островных массивов реки в период весеннего половодья 2014 г.:
слева: синим цветом обозначены острова в весеннем половодье 2014 г., зеленым – в летне-осенний период 2014 г., справа: синий цвет – межень 2014 г., зеленый – половодье 2014 г.

Такие же изменения были замечены и в 2023 году. Далее сравнивались сезоны весеннего половодья и летне-осеннего 2014 и 2023 г. соответственно. Было замечено, что в 2023 году значительно увеличилось количество островных массивов, а также уменьшилась их площадь в период весеннего половодья по сравнению с 2014 годом (рис. 3).

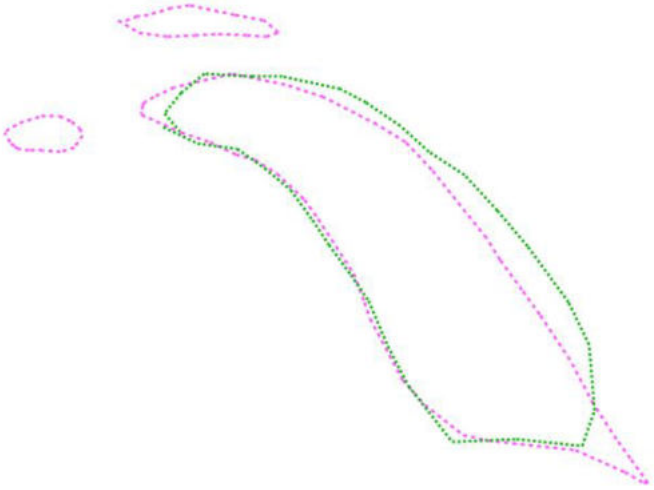

Рис. 3. Пример увеличения количества и уменьшение площади островных массивов: зеленый цвет – половодье 2014 г., розовый – половодье 2023 г.

Развитие руслового процесса от исходной ленточногрядовой формы может происходить или в порядке последовательного перехода к побочневому типу процесса и далее – к ограниченному, свободному (незавершенному) меандрированию, или путем перехода непосредственно от ленточногрядового к осередковому типу руслового процесса. Грядовое движения наносов происходит при условии закономерно меняющихся условий транспорта наносов, водности потока и ограничивающих условий. Сравнивая островные массивы летне-осеннего периода 2014 и 2023 годов, такие же изменения, как и в 2014 года (рис. 4).

Рис. 4. Примеры островных массивов 2023 г.: темно-зеленый – межень 2014 г., оранжевый – межень 2023 г.

Регулирование реки привило к изменению уровня воды в реке, что влияет на форму и размер островов. Некоторые острова могут исчезнуть или, наоборот, появиться новые. Для анализа в Microsoft Excel были занесены измерения площади островных массивов (табл.).

Согласно данным таблицы, отражающей размеры островных массивов, видно, что в весенний период половодья, сравнивая 2014 и 2023 годы, общая площадь островов превышает ту, что наблюдается в летне-осенний сезон. Это связано с затоплением островов в период весеннего паводка. Анализируя летне-осенний сезон 2014 и 2023 годов, становится очевидным, что некоторые острова, существовавшие в 2014 году, в 2023 году оказались затопленными, и наоборот. В летне-осенний период 2023 года значительно увеличилось количество затопленных островов по сравнению с 2014 годом, а также появились новые или исчезли некоторые из прежних. К тому же, стоит подчеркнуть, что в течение всего 2014 года существовали определенные островные массивы, которые исчезли к 2023 году. В таблице также наблюдается, что площадь некоторых островов сократилась, в то время как другие, напротив, увеличились.

Измерение площади островных массивов 2014 и 2023 годов

Координаты в СК-42		Площадь, м^2			
		Летне-осенний сезон		Весенний сезон	
X	Y	2014 г.	2023 г.	2014 г.	2023 г.
6158844.154	5586059.670	26232,25	23731,82	24 678,45	22 583,61
6158764.960	5585470.975	-	18 237,47	25 624,61	18 098,57
6159232.905	5581136.525	62 147,62	17138,65 11 227,35	15 338,50	8899,12 17 044,92
6161592.082	5577253.082	178 066,18	172177,43 4 709,59 4 331,40 6 181,30 1 953,22	187 300,22	168 548,03 5 721,28 8 787,94
6161923.827	5575335.670	57 780,46	29 392,41 4 966,35	6 035,91 14 597,26	4 244,73 20 948,99
6167957.667	5570214.846	-	20 394,85	-	-
6171338.531	5568063.740	-	-	107 994,09	128 816,66
6173698.899	5561977.558	46 113,60	29 574,72	37 355,60	29 856,50
6176131.618	5559949.714	246 539,15	212 951,43	240 584,69	212 820,36
6177793.847	5558114.429	32 361,04	16 307,03	-	-
6187507.207	5549763.691	168 179,44	44 035,20	64 158,46	-
6184824.999	5536937.019	99 885,37	79 446,36	62 392,60	-

Основываясь на результатах данной работы, можно сделать следующий вывод: регулирование стока привило к изменению речных островов (появление новых или затопление старых), а также постепенное прирастание островов, развития кос в ухвостьях и объединения за счет отмирания проток, острова приобретают все большие размеры, и со временем в условиях снижения транспортирующей способности потока образуют островные массивы сложной конфигурации и с размерами, создавая при этом уже более высокий уровень разветвленности.

Библиографические ссылки

1. Витебскэнерго [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://www.vitebsk.energo.by (дата обращения: 09.10.2024).

2. Все реки [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://vsereki.ru (дата обращения: 05.03.2024).

3. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. 2024. URL : https://pogoda.by (дата обращения: 05.11.2024).

4. КБ Панорама [Электронный ресурс]. 2024. URL: www.gisinfo.ru (дата обращения: 15.11.2024).

5. *Квач Е. Г.* Особенности гидрологического режима трансграничных водных объектов Республики Беларусь и Российской Федерации // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. Минск : Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2023. 12 с.

6. Национальный атлас Беларуси. Минск : Белкартография, 2002. 292 с.

7. Новополоцкий городской исполнительный комитет [Электронный ресурс]. 2024. URL : https://www.novopolotsk.by/ru (дата обращения: 03.11.2024).

8. *Макаревич А. А., Яротов А. Е.* Речной сток и русловые процессы : пособие. Минск : БГУ, 2019. 115 с.