

Аннотация. Приведены результаты мониторинга состояния берегозащитных сооружений, применяемых на водохранилищах Беларуси. Определены для сравнительного анализа экономической эффективности наиболее распространенные типы крепления берегов и откосов каждой разновидности. На основе лабораторных и натурных исследований и экспериментов показана возможность использования эффекта возникновения искусственной самоотмостки из гравелистых частиц. Комплексная инженерно-экономическая оценка различных типов берегозащитных сооружений, эксплуатируемых в Беларуси на ряде водных объектов, выполнялась на основе предложенного эмпирического комплексного показателя – коэффициента конструктивной эффективности крепления ($k_{эф}$), который отражает его состояние в определенный момент времени с учетом развития возможных деформаций. Контрольный период времени, который принимался для оценки деформативности, составлял 5 лет с момента ввода в эксплуатацию водного объекта. В результате оценки установлено, и расчеты это подтверждают, что предложенная новая инновационная технология берегоукрепления, в основе которой лежит эффект самоотмостки, примерно в 10 раз экономичнее, чем отсыпка из дорогостоящего гравия или камня.

Ключевые слова: водохранилища, мониторинг, берегозащитные сооружения, типы креплений, экономическая эффективность креплений, эффект крепления откоса самоотмосткой.

Для цитирования: Левкевич В., Кирвель И. Новые технологии берегозащиты как элемент природоохраны // Наука и инновации. 2025. №8. С. 57–63.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-8-57-63>



Виктор Левкевич,
профессор Университета
гражданской защиты
МЧС Республики Беларусь,
доктор технических наук,
профессор;
v.lev2014@mail.ru



Иван Кирвель,
профессор Государственного
университета
«Поморская академия»
(г. Слупск, Республика Польша),
доктор географических наук,
профессор;
kirviel@vandex.ru

Новые технологии берегозащиты как элемент природоохраны

Водохранилища – не только важный элемент ландшафта, но и часть водохозяйственного комплекса любого государства. Однако наряду с положительным эффектом они могут оказывать и отрицательное воздействие на окружающую среду [1–10]. Любое строительство, связанное с созданием сложных природно-технических и хозяйственных комплексов в виде искусственных водных объектов – водохранилищ и прудов, впоследствии приводит к развитию такого опасного явления, как абразия (переработка-разрушение) естественных берегов, а также откосов берегозащитных и подпорных сооружений – грунтовых дамб и плотин [1–8].

Проблема защиты и укрепления берегов и откосов сегодня актуальна практически для любого водоема. Это связано как с процессами их естественного переформирования, так и с влиянием антропогенных факторов, которые, в свою очередь, существенно повышают их интенсивность.

Как известно, в результате разрушения берегов происходит изъятие сельскохозяйственных земель и лесных угодий из оборота, сокращение селитебных территорий, нарушение условий жизнедеятельности населения, что в итоге наносит значительный ущерб народному хозяйству. Анализ данных натурных стационарных многолетних наблюдений, проведенных в Беларуси, России, Польше, Украине, Чехии и других странах, еще раз подтверждает, что трансформация прибрежных участков приводит к обрушению береговой линии, обмелению водоемов, приходу в негодность объектов жилой и транспортной инфраструктуры, выведению из землепользования сельскохозяйственных и лесных угодий и т.д. И напротив, новые, более эффективные способы защиты от абразии и эрозии дадут положительный эффект при создании новых водохранилищ и использовании уже существующих [5–12].

Масштабы проблемы и ее решение

Основа обеспечения безопасности жизни людей, проживающих вблизи искусственных водоемов, – достоверный прогноз абразионных процессов и выбор для применения современных, эффек-

тивных с точки зрения экономики и безопасности типов берегоукрепления [5–20]. Разнообразие последних не всегда способствует принятию адекватных и действенных мер по комплексной берегозащите [3, 6, 14–17].

На территории Беларуси эксплуатируется более 150 водохранилищ (имеющих полный объем более 1,0 млн м³) с общей протяженностью береговой линии более 1500 км [6–14]. Суммарная длина берегов, подверженных абразии, составляет около 350 км. При этом, по данным натурных наземных и дистанционных (проведенных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с привлечением спутниковой информации в 2013–2024 гг.) наблюдений, приблизительно 110 км берегоукрепительных конструкций и сооружений оценены как имеющие повреждения различной степени [9–16]. Для сравнения: в соседней Литве абразионные берега таких водоемов имеют протяженность в общей сложности около 50 км, Украине и Польше – 350 км в каждой [1–5].

Наиболее интенсивно процесс разрушения берега протекает в первые годы эксплуатации водоема, затем скорость переработки материала резко уменьшается, и происходит его затухание [8, 21].

Площадь территории прибрежной зоны, подверженной разрушению – абразии, F_s (м²), описывается зависимостью:

$$F_s = \sum_{n=1}^{50} (S_{\text{водхр}} + S_{\text{каск}}) L_{\text{абр},i}, \quad (1)$$

где $S_{\text{т водхр}}$, $S_{\text{т каск}}$ – линейная переработка (отступление) берега при различных состояниях водоема (до и после ввода его в эксплуатацию), м; n – количество створов наблюдений, определяемое

протяженностью участка переработки и методикой наблюдений, шт.; $L_{\text{абр},i}$ – длина береговой линии на i -м участке, подверженной переработке (абразии), м.

В связи с указанным явлением, значительным по масштабам, важная проблема – выбор наиболее эффективных типов берегозащиты, который бы учитывал накопленный опыт эксплуатации, а также стоимостные и экономические показатели.

Основой для исследований послужили результаты собственных многолетних натурных наблюдений и лабораторных экспериментов авторов настоящей статьи, а также материалы различных проектных и научно-исследовательских организаций и университетов [13–21].

Типы береговых укреплений

Как известно, в качестве защиты от развития эрозионных процессов в современной практике наиболее часто применяются крепления откосного типа – бетонные или железобетонные [13–18] (рис. 1).

Для защиты верховых откосов дамб и плотин, а также размываемых берегов водохранилищ используются различные типы сооружений берегоукрепления, которые по характеру взаимодействия с волновым потоком делятся на активные и пассивные [8–10, 13–16].

Активные представлены волноломами, молами различных конструкций, а также искусственными намытыми или отсыпанными пляжами с биологическим креплением откосов, изменяющими структуру волнового потока и стоковых течений в береговой зоне.



Рис. 1. Бетонное крепление откосов.
Вилейское водохранилище



Рис. 2. Берегоукрепление из камня.
Заславское водохранилище

К пассивному типу сооружений относятся волнобойные стенки, дамбы обвалования с закрепленным верховым (со стороны акватории водохранилища) откосом, различные одежды (покрытия) естественных береговых склонов (каменное крепление в виде наброски, мощения), сборно-железобетонное и монолитное бетонное, асфальтобетонное крепление и синтетическое покрытие откосов напорных сооружений. Обычно каменное мощение устраивается в виде одиночной или двойной мостовой на слое гравия 15–20 см либо наброски камнем диаметром до 30 см (рис. 2).

Обследование водных объектов с различными типами креплений в разных регионах Европы показало, что одна из важнейших причин снижения сроков эксплуатации и надежности бетонных и железобетонных креплений – некачественное уплотнение швов и гравийной подготовки основания на стадии строительства. Со временем последнее приводит к деформациям откосов волновым потоком под плитами при различных положениях уровня воды в водоеме, а также к выносу грунта

из-под плит и последующему их разрушению (рис. 3).

Натурные наблюдения позволили выявить уникальный природный эффект, возникающий при переработке береговых склонов, сложенных несвязными грунтами с повышенной неоднородностью. Это явление возникает при разрушении берега и заключа-

ется в формировании устойчивой береговой отмели, покрытой валунами, галькой и другим крупнофракционным материалом, который обеспечивает образование прочного покрытия – «самоотмостки», не восприимчивой к воздействию волн, течений, колебаний уровня воды, ледового покрова и т.д. [6–16] (рис. 4).



Рис. 3. Характерные разрушения крепления откосов



Рис. 4. Образование естественной укрепляющей самоотмостки



Лабораторные исследования этого процесса, проведенные в гидротехнической лаборатории Белорусского национального технического университета, позволили изучить механизм закрепления поверхности отмели в зависимости от степени неоднородности размываемого волнением материала, оценить скорость процесса абразии и разработать принципиально новую инновационную методику защиты разрушаемого берега, состоящего из грунтов с повышенной неоднородностью [6–20].

Опытным путем установлено, что наибольший эффект при укреплении берега самоотмосткой дает песчано-гравийная смесь с содержанием крупных частиц в объеме 25% из расчета на 1 м³ грунта. Как показали наблюдения, ее оптимальный состав определяется наличием фракций следующих диаметров:

- для условий водоемов, где возможна высота волны до 1 м:

$$d_1 = 3,5 \text{ см}, d_2 = 7,5 \text{ см}, \\ d_3 = 13,5 \text{ см}, d_4 = 17,5 \text{ см};$$

- для водоемов с высотой волны до 0,4 м:

$$d_1 = 1,7 \text{ см}, d_2 = 3,5 \text{ см}, \\ d_3 = 6,5 \text{ см}, d_4 = 8,5 \text{ см}.$$

В процессе исследований была проведена комплексная оценка эксплуатационной, экономической и стоимостной эффективности берегозащиты различных конструкций, имеющих наибольшее распространение [6–10]. Для этого были проанализированы следующие типы креплений:

- георешетка – проникающее крепление;
- гибкое бетонное покрытие (ГБП);

- искусственная самоотмостка;
- шпунтовая стенка;
- железобетонные плиты;
- каменная наброска.

Определение экономической эффективности рассматриваемых вариантов защиты производилось путем сопоставления суммы капитальных вложений и эксплуатационных расходов:

$$P_i = M_i + k_i E_n, \quad (2)$$

где P_i – приведенные затраты (ПЗ) по каждому варианту, тыс. руб/год; M_i – годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб/год; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимается 0,12; k_i – капитальные вложения (затраты) по типам, тыс. руб.

Главной составляющей экономической эффективности применяемых креплений откосов являются капитальные вложения k_i .

Для определения капитальных затрат на строительство отдельных типов креплений с учетом рассчитанных объемов работ составлялись локальные сметы стоимостей. Расчет смет производился по нормативам расхода ресурсов (НРР) в текущих ценах 2024 г., устанавливающим такой показатель в натуральном выражении (в том числе нормы плановой прибыли), и транспортных расходов. Ежегодные эксплуатационные издержки C , тыс. руб., определялись по формуле:

$$C = C_T + C_{з/п} + C_{начз/п} + C_{пр}, \quad (3)$$

где C_T – транспортные расходы по доставке специалистов для мониторинга состояния берегозащиты, включающие в себя стоимость топлива и амортизацию автотранспорта

и составляющие 0,04 тыс. руб. Расстояние до расчетного водохранилища «туда и обратно» принимается 15 км, $C_{з/п}$ – заработная плата группы работников из 5 чел. (ее средний показатель в 2024 г. составлял для строительной отрасли 1400 руб.). Выезд сотрудников для оценки актуального состояния креплений предпринимался 2 раза в год на 2 рабочих дня. С учетом этого:

$$C_{з/п} = 0,67 \text{ тыс. руб.},$$

где $C_{начз/п}$ – налоговые начисления на заработную плату, которые принимались равными 40% от $C_{з/п}$;

$$C_{начз/п} = 0,4 \cdot 0,67 = 0,27 \text{ тыс. руб.}$$

Величина $C_{пр}$, тыс. руб., ориентировочно определяется в размере 40% от суммы затрат на зарплату (под ней понимаются прочие расходы, включающие текущий ремонт, износ приборов измерения, командировки и т.д.):

$$C_{пр} = 0,4 \times C_{з/п}, \quad (4)$$

$$C_{пр} = 0,4 \times 0,67 = 0,27 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда ориентировочные суммарные эксплуатационные расходы составят:

$$C = 0,04 + 0,67 + 0,27 + 0,27 = 1,25 \text{ тыс. руб.}$$

После сметных расчетов составлялись ведомости ресурсов по каждому из видов креплений и определялись общехозяйственные и общепроизводственные расходы (ОХР и ОПР) – сумма средств, предназначенных для возмещения затрат подрядным организациям, связанным с созданием общих условий строительного производства.

К нормам ОХР и ОНР применялись корректирующие коэффициенты (1,0 и 0,57), рассчитанные исходя из изменения уровня заработной платы по строительству, материальных и иных затрат, а также капитальных вложений при строительстве инновационных типов крепления (гибкое бетонное крепление, георешетка, искусственная самоотмостка, шпунтовая стенка) и для классических методов (железобетонные плиты, каменная наброска). Сравнитель-

ный расчет стоимостей капитальных вложений k_i для креплений откосов различного типа производился для условий контрольного участка условного берега (откоса) протяженностью 10 погонных метров:

- георешетка – 2,759 тыс. руб.;
- гибкое бетонное крепление – 7,817 тыс. руб.;
- искусственная самоотмостка – 6,548 тыс. руб.;
- шпунтовая стенка – 5,882 тыс. руб.;

- железобетонные плиты – 8,290 тыс. руб.;
- каменная наброска – 3,861 тыс. руб.

В результате анализа было выявлено, что самым экономически выгодным на этапе проектирования является крепление в виде георешетки, а самым дорогим – с помощью железобетонных плит. Однако, как показала практика эксплуатации, первый тип – не самый прочный и подвержен значительным деформациям.

Поэтому наряду с экономической рентабельностью на стадии проектирования и строительства была оценена эффективность конструкций различных типов креплений по итогам их использования в течение определенного срока с учетом возможных деформаций. Контрольный период времени, который принимался для оценки деформативности, составлял 5 лет с момента ввода в эксплуатацию объекта. Для измерения результативности работы сооружений авторами был предложен эмпирический комплексный показатель – коэффициент конструктивной эффективности крепления при эксплуатации ($k_{эф}$), который равен:

$$k_{эф} = m_2 \times St / m'_2 \times L_{отк}, \quad (5)$$

где m_2 – заложение (уклон) исходного расчетного профиля, покрытого креплением; St – величина линейной переработки (деформации) надводной части профиля; m'_2 – заложение профиля откоса, покрытого креплением после 5 лет эксплуатации; $L_{отк}$ – расчетная полоса участка откоса ($L_{отк} = 1$ м). Полученные значения $k_{эф}$ для различных типов креплений приведены в таблице.








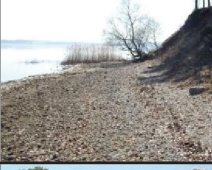
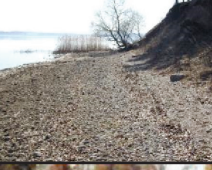


Типы крепления берегов и грунтовых откосов	Форма крепления	Состояние крепления после 5 лет эксплуатации	Коэффициент эффективности крепления ($k_{эф}$)
Георешетка			0,43
Каменная наброска			0,65
Железобетон, крепление гибкое			0,5
Плиты железобетонные			0,65
Самоотмостка			0,9
Шпунтовая стенка			1,0

Таблица. Коэффициент эффективности крепления $k_{эф}$

Как указывалось выше, в практике современной берегозащиты широко применяются стандартные (классические) виды креплений откосного типа различных конструкций – асфальтобетонные, бетонные или железобетонные, каменная наброска. Обследование объектов с различными типами защитных сооружений показало, что бетонные и железобетонные крепления за время эксплуатации зарекомендовали себя как надежное средство защиты откосов. Их деформации представлены раскрытием межплиточных строительных, температурных и осадочных швов. С учетом опыта эксплуатации креплений, применения новых строительных материалов и технологий возникла необходимость использования новых типов крепления, в частности в виде пластиковой георешетки, гибких бетонных матов, самоотмостки, шпунта из поливинилхлорида (ПВХ).

В результате обобщения материалов собственных многолетних натурных обследований берегозащитных сооружений страны, находящихся в эксплуатации не менее 5 лет, было установлено, что:

- *крепление в виде георешетки имеет недостаток: в результате вымывания грунта из-под основы, выполненной из геотекстиля, происходит просадка всей конструкции. В итоге она требует периодической подсыпки щебня и замены разрушенных ячеек, что ведет к значительным трудовым и материальным затратам;*
- *каменная наброска также нуждается в постоянной подсыпке дорожного камня и гравия в местах локальных размывов. Тем не*

менее этот вид крепления распространен из-за простой технологии возведения и использования только природных материалов;

- *конструкция типа «гибкий бетон», как показали наблюдения, подвержена просадкам и разрушению при воздействии ледовой нагрузки, что при высокой стоимости материала изделия ведет к его удорожанию;*
- *крепление железобетонными плитами страдает повышенным раскрытием межплиточных швов, через которые вымывается грунт обратного фильтра, обеспечивающего устойчивость сооружения. Тем не менее такая технология приобрела широкое распространение и проверенную временем положительную репутацию;*
- *искусственная самоотмостка – тип, который характеризуется высокой экономической эффективностью при практически отсутствующих эксплуатационных затратах; применяются только природные материалы – грунты с повышенной неоднородностью, стабилизирующие деформации откоса (может использоваться только в грунтах с включениями гравия, гальки, валунов и т.п.);*
- *конструкция «шпунтовая стенка» – долговечна и надежна, не подвержена размыву и коррозии. Для установки требуется наличие специальной техники. Однако при использовании металлических (а не ПВХ) шпунтов при большой глубине забивки стоимость возведения крепления очень высока.*

Выводы

Проведенный анализ капитальных затрат для разных типов берегозащитных конструкций свидетельствует, что самым экономически выгодным из них на этапах проектирования и строительства является крепление георешеткой, самым дорогим – железобетонными плитами.

Оценка эксплуатационной эффективности на основе использования $k_{эф}$ – коэффициента эффективности крепления показала, что наиболее высок данный показатель у конструкций типа «искусственная самоотмостка» ($k_{эф} = 0,9$) и «шпунтовая стена» ($k_{эф} = 1,0$). Наиболее низкой эффективностью обладают крепления типа «георешетка» ($k_{эф} = 0,43$) и «гибкий бетон» ($k_{эф} = 0,5$). В заключение можно сделать вывод о возможности использования предложенного коэффициента $k_{эф}$ при оценке эффективности эксплуатации креплений различных типов на объектах как водохозяйственного назначения, так и энергетики, а также других отраслей народного хозяйства.

Установлено, и расчеты это подтверждают, что предложенная новая инновационная технология, в основе которой лежит «эффект самоотмостки», примерно в 10 раз экономичнее, чем отсыпка из дорогостоящего гравия или камня. Это отличает ее от традиционных типов защиты откосов, которые не всегда препятствуют развитию деформаций и требуют от службы эксплуатации постоянной подсыпки и ремонта покрытия в местах локальных размывов, то есть дополнительных затрат. Практика показала, что защита размываемых откосов дамб, плотин и берегов на водохранилищах равнинного типа предложенным инновационным спосо-

бом дает экономический эффект (выгоду) до 37,0 тыс. евро на 1 км закрепляемого откоса (ориентировочная денежная оценка). Данный способ был впервые задействован в Беларуси на Заславском водохранилище, а также он используется в Чехии и Украине.

Таким образом, применение в практике строительства берегоукрепительных сооружений с использованием естественных грунтов, которые имеют включения гравия, гальки, валунов, позволит сэкономить на дорогостоящих строительных материалах, упростить проведение защиты, полностью исключить издержки на эксплуатацию. ■

■ **Summary.** The article presents the results of monitoring the condition of coastal protection structures used in reservoirs in Belarus. The most common types of shore and slope stabilization of each type are determined for comparative analysis and economic efficiency. Based on laboratory and field studies and experiments, the possibility of using the effect of the emergence of artificial self-blind area from gravel particles is shown. A comprehensive engineering and economic assessment of various types of coastal protection structures operated in Belarus on a number of water bodies was carried out on the basis of the proposed empirical complex indicator – the coefficient of structural efficiency of stabilization (keff), which takes into account its condition at a certain point in time, taking into account the development of possible deformations. The control period of time, which was adopted for assessing the deformability, was 5 years from the date of commissioning of the water body. As a result of the assessment, it was established, and calculations confirm this, that the proposed new innovative technology of coastal stabilization, which is based on the effect of «self-blind area», is approximately 10 times more economical than backfilling with expensive gravel or stone.

■ **Keywords:** reservoirs, monitoring, coastal protection structures, types of fastenings, economic efficiency of fastenings, effect of slope fastening with self-blinding.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-08-57-63>

Статья поступила в редакцию 08.04.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Banach M. Rozwój osuwisk w strefie brzegowej sztucznych zbiorników wodnych na przykładzie osuwiska centralnego w Dobrzyniu nad Wisłą / M. Banach, H. Kaczmarek, H. Tyszkowski // Zbiornik Włocławski (Development of landslides in the shore zones of reservoirs, as exemplified by the central landslide at Dobrzyń-on-the-Vistula, Włocławek reservoir) // Przegląd Geograficzny. 2013. №85 (3). S. 397–415.
- Banach M. Changes in geomorphology of new shoreline after the filling of the Włocławek artificial Lake / M. Banach // Prace Geograficzne UJ. 2006. №116. S. 23–32.
- Banach M. Geodynamic evolution of water reservoir banks, Acta Montana, Institute of Rock Structures and Mechanics / M. Banach, T. Spanila // AS CR. Series A. 2000. №15 (116). S. 45–66.
- Gierszewski P.J. Litodynamiczna interpretacja warunków akumulacji osadów dennych Zbiornika Włocławskiego / P.J. Gierszewski, J.B. Szmada // Wodna badania geograficzne. Uniwersytet Jana Kochanowskiego – Instytut Geografii. – Kielce, 2010. S. 169–177.
- Kaczmarek H. Analiza zdjęć lotniczych oraz wyników pomiarów geodezyjnych w badaniach dynamiki strefy brzegowej sztucznych zbiorników wodnych / H. Kaczmarek // Zbiornik Jezioro, rzeka Warta. Landform Analysis. 2010. №19. S. 19–26.
- Левкевич В.Е. Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2015.
- Бузук А.В. Результаты лабораторных исследований деформаций откосов с берегоукрепительными сооружениями водохранилищ и их влияние на безопасность объекта в чрезвычайных ситуациях / А.В. Бузук // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2015. №2 (22). С. 79–86.
- Михневич Э.И. Устойчивость берегов водохранилищ при формировании профиля динамического равновесия в несвязных грунтах / Э.И. Михневич, В.Е. Левкевич // Мелиорация. 2016. №4 (78). С. 18–23.
- Бузук А.В. Исследование устойчивости и эффективности работы берегозащитных сооружений водохранилищ Беларуси с использованием материалов натурных наблюдений, физического и математического моделирования / А.В. Бузук, В.Е. Левкевич. – Минск, 2016. С. 112–126.
- Бузук А.В. Критерий устойчивости откосов подпорных сооружений и берегов водохранилищ с деформированным железобетонным креплением / А.В. Бузук // Мелиорация. 2018. №4 (86). С. 24–30.
- Левкевич В.Е. Использование средств дистанционной диагностики для мониторинга состояния водохозяйственных объектов и сооружений систем водоснабжения и водоотведения / В.Е. Левкевич, В.А. Лосицкий, Ф.Н. Саидов, В.А. Мильман, С.В. Решетник // Вестник Брестского государственного технического университета. 2021. №1. С. 96–100.
- Левкевич В.Е. Гидроморфодинамика прибрежной зоны водохранилищ ГЭС Беларуси / В.Е. Левкевич. Право и экономика – Минск, 2018.
- Левкевич В.Е. Инженерная защита и мониторинг прибрежной зоны водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2020.
- Левкевич В.Е. Динамика формирования берегов малых равнинных водохранилищ / В.Е. Левкевич. – Рига, 2018.
- Левкевич В.Е. Устойчивость берегозащитных и берегоукрепительных сооружений водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2019.
- Левкевич В.Е. Крепление берегов и верховых откосов подпорных сооружений гидроузлов Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2019.
- Природоустройство Полесья. Международное научное издание. Кн. 1. Белорусское Полесье. Т. 2. Преобразование и использование природных ресурсов / [под науч. ред. Ю.А. Можайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика, Е. Енаха] // В.Е. Левкевич. Разд. 4.1. Береговые процессы на водохранилищах Белорусского Полесья. – Брест–Ровно–Варшава–Рязань, 2019. С. 240–260.
- Левкевич В.Е. Современные экзогенные инженерно-геологические процессы на водохранилищах и озерах Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2021.
- Савкин В.М. Искусственные пляжи для берегоукрепления и комплексного использования прибрежной зоны на Новосибирском водохранилище / В.М. Савкин, К.В. Марусин, Е.А. Федорова // Труды междунар. конф. «Создание и использование искусств. земельных участков на берегах и акватории водоемов», Новосибирск, 20–25 июля 2009 г. / Сибир. отд. РАН; отв. ред. А.Ш. Хабидов. – Новосибирск, 2009. С. 255–261.
- Копосов Е.В. Прогнозирование абразионной и оползневой опасности побережий Волжских водохранилищ / Е.В. Копосов, И.С. Соболев, А.Н. Ежков // Вестник МГСУ. 2013. №6. С. 170–188. Doi: 10.2227/1997-0935.2013.6.170-188.
- Кирвель И.И. Малые водоемы Белорусского Полесья и их влияние на окружающую среду / Кирвель, А.А. Волчек, А.Я. Хоиньский, В.Е. Левкевич, П.И. Кирвель, С.И. Парфомуков // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посв. 100-летию БГУ, 60-летию кафедры физич. географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения профессора О.Ф. Якушко, «Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI вв.», Минск, 24–26 марта 2021, БГУ. – Минск, 2021. С. 398–404.