

12. Кузин А.М. О возможной природе относительно низких значений параметра  $V_p/V_s$  в рудных залежах флюидного генезиса // Геофизика. – 2012. – № 2. – С. 11-17.

13. Кузин А.М. Пространственно-фазовая локализация месторождений углеводородов и отображение конвергентности процессов флюидизации в геологической среде по сейсмическим данным // Сб. тр-в «Дегазация Земли и генезис нефтяных месторождений. К 100-летию со дня рождения П.Н. Кропоткина. М.: ГЕОС, 2011. – С. 276-301.

14. Родкин М.В., Граева Е.М., Шатахиян А.Р. Модели процессов рудо- и нефтегенеза обеспечивающие реализацию эмпирических законов распределения величин запасов месторождений и концентраций // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. Мат-лы XLIII Тектон. сов. Том 2. М.: ГЕОС, 2010. – С. 210-213.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО РАЗВИТИЮ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ И ОТКОСОВ ДАМБ И ПЛОТИН НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ**

***Левкевич В.Е.<sup>1</sup>, Кобяк В.В.<sup>2</sup>, Бузук А.В.<sup>3</sup>***

<sup>1</sup> *Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь. E-mail: eeo2014@tut.by*

<sup>2</sup> *Университет гражданской защиты МЧС Республика Беларусь,  
г. Минск, Беларусь. E-mail: valkobkii@gmail.ru*

<sup>3</sup> *Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь,  
г. Минск, Беларусь. E-mail: uk007@rambler.ru*

Бурное строительство водохранилищ в Беларуси стимулировало развитие целого научного направления и создание ряд научных школ береговой гидротехники. В Республике Беларусь велись и ведутся исследования в этом направлении. Во главе исследований с 1956 г. стоял Белорусский политехнический институт (ныне БНТУ – Белорусский национальный технический университет), который продолжает исследования до настоящего времени. Позже присоединились к изучению береговых процессов

БелНИИМиВХ, ЦНИИКИВР, а также БГУ и Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь.

Впервые оценка водохранилищного фонда Республики была осуществлена Институтом водных проблем АН БССР в конце 50-х гг. XX в. В последующем аналогичная работа по созданию справочника водохранилищ Беларуси была проведена в Белорусском государственном университете под руководством В.М. Широкова. В начале XXI в. проведено очередное уточнение в ЦНИИКИВР (2005). Первые материалы по формированию их берегов были получены в 50-х, 60-х гг. XX в..

Размещение водохранилищ по территории Республики Беларусь крайне неравномерное, что определяется особенностями рельефа и гидрографии страны.

Большинство водохранилищ сконцентрировано в районе бассейнов рек Припяти и Днепра [1-2]. Зарегулированность водохранилищами территорий (отношение площади водного объекта к площади района) по административным районам находится в пределах 0,014–4,37% и выше, 33 района имеют показатель зарегулированности 0,11–1,0%

Одной из основных морфометрических характеристик водохранилищ, которых в Беларуси 155, является полный объем. Практически все водохранилища Беларуси имеют полный объем от 1,0 млн м<sup>3</sup> и более. В Беларуси преобладающим типом водохранилищ являются водные объекты руслового типа (70 шт.).

В зависимости от развития гидрологической сети и особенностей рельефа местности выделяется ряд геоморфологических районов: Поозерский (Белорусское Поозерье) – северная часть страны; Центральных водораздельных возвышенностей (Белорусская гряда) – центральная часть; Полесский – южная часть Беларуси.

Все водохранилища Беларуси по расположению условно разделены на следующие группы: водохранилища *поозерского типа* (Лепельское водохранилище, Дружба народов, Езерище, Селявское и др.), водохранилища *центральных водораздельных возвышенностей* (Вилейское, Заславское, Дрозды, Чижовское, Осиповичское и др.) и водохранилища *полесского типа* (Любанское, Краснослободское, Солигорское).

По проявлению процесса переработки берегов на естественных берегах и грунтовых откосах дамб и плотин водохранилища страны были классифицированы следующим образом. Была выделена группа водохранилищ, на которых получили активное развитие процессы переработки в плессовой приплотинной – расширенной части. К *этой группе* объектов относятся водохранилища руслового типа: Осиповичское, Чигиринское, Чижевское, Солигорское, Петровичское, Дубровское, Гродненской ГЭС и др.. Данный тип водоемов расположен преимущественно в центральной и западной частях страны.

*Вторая* группа водохранилищ представлена объектами, созданными на базе естественных озер, и расположена в северной и восточной частях страны. На таких водохранилищах, как Езерищенское, Хоробровка, Селявское, Лепельское, Клястицкое, Добромысленское, Млынокское, Бобруйковское, Тетеринское и др., процессы переработки и формирования береговой линии наиболее активно происходят на фоне существующих, так называемых «реликтовых» абразионных образований. В большинстве случаев процессы на таких водоемах, находящиеся в стадии статического равновесия, начинают активизироваться (реанимироваться) при изменении гидрологического режима.

*Третья* группа представлена водохранилищами наливного типа, где процессы берегоформирования имеют свою специфику – малую протяженность естественных берегов (менее 50% от общей протяженности береговой линии). В результате чего переработке подвергаются верховые откосы ограждающих напорных сооружений – дамб и плотин. Объектов наливного типа достаточно много, особенно в южной части страны: Судково, Зельва, Красная слобода, Ельское, Малые Автюки, Погост и др.

От физико-механических свойств грунтов, слагающих берега и ложе водохранилищ, зависит скорость и масштабы переработки. Основными берегоформирующими грунтами в условиях Беларуси по данным Э.И. Михневича являются четвертичные отложения, представленные песками различной крупности, песчано-гравийно-галечным материалом.

Водохранилища Белорусской гряды и Среднерусской возвышенности в геологическом отношении существенно отличаются

от полесских. Более узкие, хорошо врезанные долины рек обуславливают морфометрические особенности, в плане имеют вытянутую форму с одним или двумя расширениями в приплотинной части водохранилищ высота берегов изменяется в пределах 1–10 м. Аналогичное строение имеют берега водохранилища Витебской ГЭС. Водоохранилища полесского типа (Солигорское, Любанское, Краснослободское и ряд др.) расположены в пределах задровых равнин и имеют преимущественно низкие и пологие берега, требующие дополнительных обвалований.

Анализ фондовых материалов и материалов натуральных полевых исследований показал, что процессы формирования береговой линии береговых склонов наиболее активно проявляются на коренных берегах на участках побережья приплотинных плесов, а также непосредственно на самой плотине. Установлено, что абразионный береговой склон в зависимости от состава грунтов, имеет следующие подтипы:

а) **абразионно-осыпной** формируется в слабо-связных грунтах, встречается в центральной и южной части республики (водохранилища Заславское, Вяча, Дрозды, Солигорское, Осиповичское, Петровичи, Вилейское и др.);

б) **абразионно-обвальный** образуется в слабо-связных грунтах и супесях (на берегах Лепельского, Осиповичского водохранилища и др.);

в) **абразионно-оползевой** возникает при наличии суглинков и глин. (Чижовское, Дубровское, Лепельское и некоторые другие водохранилища).

Районирование территории страны производилось по максимальной величине линейной переработки  $S_n$ , зафиксированной во время эксплуатации конкретного объекта (табл.). Полученные значения линейной переработки наносились на карту, на которой затем производилось выделение районов и их границ (рис.).

Анализ уточненных данных о переработке береговых склонов большего количества обследованных водохранилищ (более 100) позволил авторам детализировать и уточнить ранее полученную карту абразионного районирования, которая может быть использована при прогнозировании потенциальных разрушений склонов и проектировании водохозяйственных объектов, а также мероприятий по береговой защите.

Таблица

Распределение величины линейной переработки береговой линии  $S_l$  по водохранилищам различных зон [1]

Геоморфологическая область	Район	Преобладающие грунты	Максимальные значения $S_l$ , м
Позерье	I	Пески различного состава, моренные супеси, суглинки, глины, включения гравия, валунов	25,0
Центральная	II	Пески различной крупности с включением гравия, моренные суглинки, супеси, лессовидные грунты	40,0
	III		20,0
	IV		5,0
Полесье	V	Пески аллювиального происхождения, лессовидные супеси, торфяники	7,0
	VI		2,0

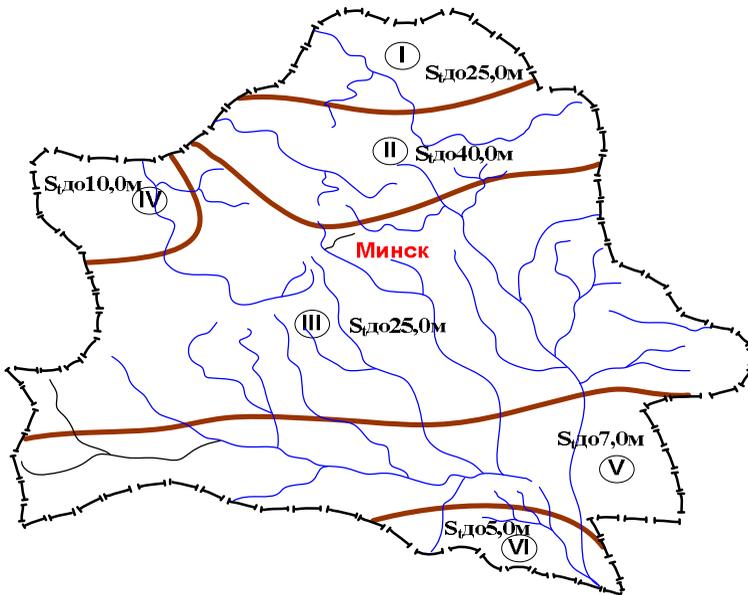


Рис. Схема районирования территории Беларуси по величине линейной переработки берегов [1]

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Левкевич, В. Е.* Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси: автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.23.07 / В. Е. Левкевич; Белорус. национальный технич. ун-т. – Минск, 2017. – 51 с.
2. *Кобяк, В. В.* Прогноз абразионных процессов на водохранилищах с трансформированным уровнем режимом : автореф. ... дис. канд. техн. наук : 05.23.07 / В. В. Кобяк ; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2013. – 22 с.

## МОДИФИКАЦИЯ ЗАКОНА ПОВТОРЯЕМОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ СЕЙСМОРАЙОНИРОВАНИЯ

*Писаренко В.Ф.<sup>1</sup>, Родкин М.В.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва, Россия. E-mail: rodkin@mitp.ru*

<sup>2</sup> *Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,  
г. Южно-Сахалинск, Россия*

Закон повторяемости землетрясений Гутенберга-Рихтера (далее Г-Р) является основным законом сейсмологии. Этот закон надежно выполняется в области землетрясений, весьма широкого диапазона магнитуд. В терминах величин сейсмической энергии или сейсмического момента, закон Г-Р записывается в виде степенного закона распределения Парето. При всем доверии к закону Г-Р (именно он, а не параметры сети наблюдений используется обычно для оценки представительности каталогов землетрясений), достаточна очевидна и неполнота этого закона в области экстремально редких сильных событий. А именно эти события и приносят наибольший ущерб, и именно они определяют долгосрочную сейсмическую опасность. Действительно, будучи безгранично продолжен в область редких сильнейших землетрясений, закон Г-Р дает как бы бесконечное значение средней сейсмической энергии, что физически невозможно.