

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДОЛИНЫ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ

А. И. Павловский¹, А. Н. Галкин², Т. А. Мележ¹

¹ Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины»

² Учреждение образования «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова»,
Республика Беларусь

Поступила в редакцию 29 января 2016 г.

Аннотация: рассмотрены особенности формирования и пространственной дифференциации инженерно-геологических условий и физико-механические свойства различных генетических типов грунтов долины р. Западная Двина и прилегающих территорий, а также проведено районирование по проявлению инженерно-геоморфологических процессов.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, грунты, физические свойства, генетические типы отложений, типизация, инженерно-геоморфологические процессы.

FEATURES ENGINEERING - GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE VALLEY OF THE RIVER WESTERN DVINA WITHIN BELARUS

Abstract: the features of the formation and spatial differentiation of engineering-geological conditions and physical and mechanical properties of different genetic types of soils of the valley R. Western Dvina and the surrounding area, as well as on the appearance zoning engineering geomorphological processes.

Key words: geotechnical conditions, soil physical properties, genetic types of deposits, typing, engineering and geomorphological processes.

Введение

Западная Двина берет свое начало из оз. Корякино на Валдайской возвышенности и пересекает территорию трех государств – России, Беларуси и Латвии. На территорию Беларуси приходится среднее течение реки, протяженность выработанной долины составляет примерно 328 км, площадь водосборного бассейна – 33,2 тыс км².

Долина Западной Двины прошла сложную историю развития на временном отрезке позднеледниковье – голоцен и формировалась вслед за отступающим поозерским (валдайским) ледниковым покровом, дренируя серию субширотно вытянутых приледниковых водоемов. В процессе формирования Полоцкого приледникового водоема существовала лишь верхняя часть долины и сток воды осуществлялся в бассейн Днепра. По мере понижения уровня озера и последующего его спуска в Балтийское море, формировался каскад водоемов, соединенных сквозными участками долины Западной Двины. Такие долины прорыва сформировались в районе Витебск – Руба, на участке Краслава – Даугавпилс и связаны с энергичным спуском Полоцкого приледникового водоема через Балтийскую моренную фронтальную гряду [1, 2]. Морфологические особенности долины на этих участках имеют характер каньона с порожистым руслом. Глубокий врез долины Западной Двины связан также с

интенсивными изостатическим поднятием территории в позднеледниковье и начале голоцена.

Цель исследования

Выявление особенностей инженерно-геологических условий долины реки Западная Двина в пределах Беларуси.

Материал и методы исследования

В основу исследования положены результаты инженерно-геологических исследований, проводимых в долине реки Западная Двина, картографический материал: топографические карты, геоморфологическая карта и карта четвертичных отложений Беларуси. Для анализа особенностей инженерно-геологических условий долины реки Западная Двина и прилегающих территорий использовались экспедиционные работы, картографические методы и метод системного анализа.

Результаты исследования

Инженерно-геологические условия долины реки Западная Двина сформировались в результате экзарационно-аккумулятивной деятельности поозерского (валдайского) ледника и его талых вод, что предопределило особенности рельефа, геологическое строение территории, физико-механические свойства пород. Анализ этих факторов позволяет выделить на терри-

тории исследований четыре крупных района по преобладанию генетических типов четвертичных отложений (рис. 1) [3, 4]:

1) район развития моренных отложений (супеси, суглинки валунные, пески, песчано-гравийно-галечные породы);

2) район развития озерно-ледниковых отложений (ленточные глины, суглинки, супеси, пески);

3) район развития водно-ледниковых отложений (пески, песчано-гравийно-галечные породы);

4) район развития аллювиальных, озерных и болотных отложений (пески, песчано-гравийно-галечные породы, супеси, суглинки, глины, торф, илы).

Моренные отложения. На изучаемой территории наиболее широко развиты морены поозерского горизонта, она распространена на большей части изучаемой территории и относится к образованиям последней, максимальной стадии поозерского оледенения. Размыты моренные отложения в долине Западной Двины, частично в пределах Суражской и Полоцкой низин. Залегает морена на поозерско-сожских, сожских, муравинских отложениях или девонских породах, перекрыта водно-ледниковыми комплексами или современными осадками.

Морена представлена валунными супесями и суглинками, реже глинами, с гнездами и линзами песка разноморного, иногда гравийного, песчано-гравийного и гравийно-галечного материала. В моренных супесях и суглинках содержится до 40 % гравия, гальки и валунов различной степени окатанности, преобладают местные осадочные породы (известняки и доломиты), в меньших количествах представлены изверженные и метаморфические образования скандинавского происхождения.

Гранулометрический состав весьма пестрый.

Для всех моренных горизонтов – днепровского, сожского (московского), поозерского (валдайского) – наиболее характерны типы разрезов из двух зон – верхней и нижней. Переход от одной зоны к другой выражается уменьшением вверх по разрезу глинистости, повышением содержания песчаных прослоев и линз, уменьшением плотности и прочности морен. Наблюдается также увеличение вниз по разрезу содержания карбонатов. С глубиной увеличиваются естественная влажность, граница текучести, сопротивление одноосному сжатию, модуль деформации и содержание глинистых частиц.

Для морены Русской платформы характерны следующие осредненные показатели основных физико-механических свойств: естественная влажность $\omega = 10 - 20 \%$; плотность сухого грунта $\rho_d = 1,8 - 2,1 \text{ г/см}^3$; пористость $n = 20 - 31 \%$; коэффициент пористости $e = 0,25 - 0,45$; степень влажности $S_r = 0,8 - 1,0$; карбонатность – 3 %; водопроницаемость $K_{\phi} = 10^{-2} - 10^{-4} \text{ м/сут}$ (очень низкая); набухаемость до 40 %; усадка около 7 %; угол внутреннего трения $\phi = 20 - 35^\circ$; удельное сцепление $C = 0,03 - 0,05 \text{ МПа}$; модуль деформации $E = 5 - 35 \text{ Мпа}$ [5]. Кроме того, основные показатели физико-механических свойств морен приведены в таблице 1.

Возникновение инженерно-геологических опасностей в моренных грунтах, главным образом, связано с неоднородностью их состава, структуры и текстуры; присутствием внутриморенных водоносных песчаных прослоев, содержащих напорные воды, и линз слабых мягких глин и суглинков; с относительно более низкими прочностными и деформационными

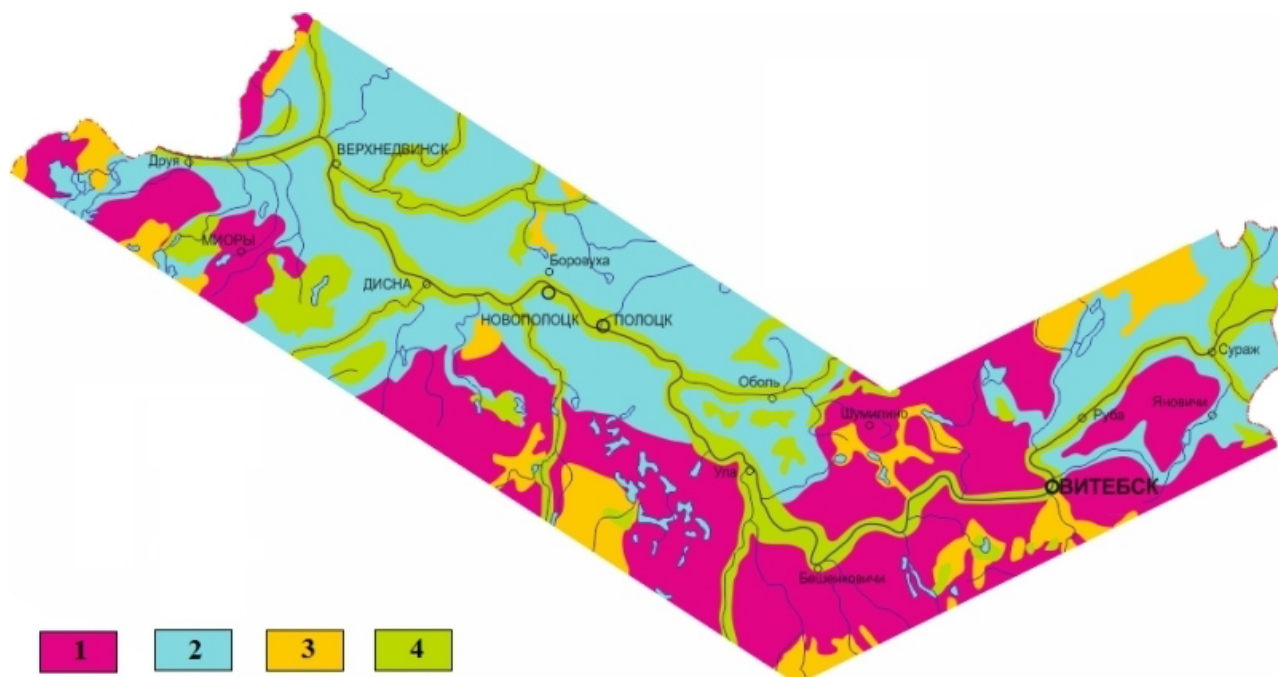


Рис. 1. Картограмма районов распространения генетических типов четвертичных отложений (составлена авторами по данным [4, 5]): 1 – район развития моренных отложений, 2 – район развития озерно-ледниковых отложений, 3 – район развития водно-ледниковых отложений, 4 – развития аллювиальных, озерных и болотных отложений.

Таблица 1

Усредненные показатели основных физических свойств моренных грунтов [2, 3]

Наименование грунтов	Естественная влажность ш, %	Плотность		Коэффициент пористости e, доли ед.	Степень влажности S _r , доли ед.	Коэффициент фильтрации К _ф , м/сут	Пределы пластичности		Число пластичности I _p , %
		грунта с, г/см ³	сухого грунта с _d , г/см ³				верхний W _L , %	нижний W _p , %	
<i>поозерская (валдайская) морена</i>									
Супесь	11,08 (618)	2,23 (615)	2,01 (616)	0,35 (614)	0,87 (614)	-	18,41 (616)	11,78 (211)	6,10 (828)
	10,60...11,50	2,20...2,25	1,98...2,03	0,33...0,37	0,85...0,90	-	17,6...19,4	11,70...12,10	5,40...6,80
Суглинок	12,9 (70)	2,18 (70)	1,93 (70)	0,40 (70)	-	-	-	12,1 (70)	8,9 (70)
	11,10...14,70	2,13...2,23	1,85...2,01	0,34...0,45	-	-	-	11,50...12,70	8,40...9,40

Таблица 2

Усредненные показатели основных физических свойств озерно-ледниковых отложений [2, 3]

Наименование	Естественная влажность ш, %	Плотность		Коэффициент пористости e, доли ед.	Степень влажности S _r , доли ед.	Пределы пластичности		Число пластичности I _p , %
		грунта с, г/см ³	сухого грунта с _d , г/см ³			верхний W _L , %	нижний W _p , %	
Супесь	17,3 (23)*	2,06 (23)	1,77 (23)	0,55 (23)	(0,83)	25,9 (34)	-	5,0 (34)
Суглинок	22,08 (157)	2,02 (155)	1,66 (157)	0,64 (170)	0,94 (157)	30,07 (170)	-	11,26 (170)
	21,2...26,4	1,97...2,05	1,56...1,69	0,61...0,74	0,94...0,96	29,60...31,40	-	10,90...12,20
Глина	28,93(321)	1,96 (319)	1,53 (301)	0,81 (321)	0,95 (212)	46,24 (214)	26 (92)	22,77 (306)
	26,80...31,50	1,93...1,98	1,48...1,57	0,75...0,87	0,91...0,97	40,80...46,00	-	20,30...22,00

Таблица 3

Усредненные показатели основных физических свойств флювиогляциальных отложений [2, 3]

Наименование грунтов	Естественная влажность ш, %	Плотность		Коэффициент пористости e, доли ед.	Коэффициент фильтрации К _ф , м/сут.	Нижний предел пластичности W _p , %	Число пластичности I _p , %
		грунта с, г/см ³	сухого грунта с _d , г/см ³				
<i>Флювиогляциальные отложения времени отступления поозерского (валдайского) ледника</i>							
Песок мелкий	6,78 (34)*	1,71 (34)	1,62 (34)	-	0,66 (34)	-	-
	3,5...15,9	1,70...1,75	1,61...1,64	-	0,65...0,70	-	-
Песок пылеватый	12,37 (58)	1,75 (58)	1,56 (58)	-	0,70 (58)	-	-
	11,4...17,0	1,75...1,76	1,53...1,57	-	0,69...0,72	-	-

В числителе – среднее арифметическое значение, в скобках – число определений; в знаменателе – минимальное и максимальное значения показателей.

свойствами абляционной морены. При промерзании грунты сильно пучатся. При увеличении влажности ухудшаются показатели их механических свойств. Повышение гидравлических градиентов в водонесущих породах, представленных слоями или линзами песков в гляциальных отложениях, при условии их вскрытия котлованами или горными выработками может способствовать формированию пльвунов. Способность глинистых отложений концентрировать в себе поверхностный сток, а также их легкая размываемость приводят при расчлененном рельефе к развитию овражно-балочной сети. Эта особенность ярко проявляется в районах развития краевых ледниковых образований. В зоне распространения ледниковой формации формируются оползни.

Озерно-ледниковые отложения на изучаемой территории залегают в толще четвертичных отложений на разных глубинах и связаны с деятельностью ледниковых покровов. Наиболее обширные площади озерно-ледниковых отложений сосредоточены у Верходвинска, Полоцка, Суража, по рекам Дисне, Лучесе. Для озерно-ледникового фациально-генетического комплекса характерны «ленточные» глины. Называются они так в связи с тонкой слоистостью, обусловленной чередованием слоев от 0,5 до 20 см мощностью, в виде лент.

Гранулометрический состав: содержание фракций < 0,01 мм составляет 50 – 90 %, в том числе на частицы < 0,001 мм приходится 20 – 60 %. Минеральный состав глинистой фракции в основном гидрослюдистый с примесями хлорита, вермикулита, смешанослойных минералов. Иногда отмечаются унаследованные каолинит и монтмориллонит. В Беларуси ленточные глины формировались за счет разрушения пород силурийского, девонского и каменноугольного возрастов главного девонского поля, и характеризуются сильной карбонатностью [2].

Ниже приведены некоторые показатели физико-механических свойств озерно-ледниковых отложений Русской платформы: плотность их изменяется от 1,3 до 2,0 г/см³ (чаще 1,8 – 1,9 г/см³), плотность сухого грунта $\rho_d = 1,0 - 1,6$ г/см³ (чаще 1,4 – 1,5 г/см³), коэффициент пористости (e) изменяется от 0,47 до 1,20, в единичных случаях достигает 2 и более (чаще 0,6 – 0,9). Естественная влажность глин $\omega = 30 - 45$ % (иногда достигает 60 – 70 %), супесей – 22 – 28 %, песков – колеблется от 3 – 10 % в зоне аэрации до 22 – 32 % ниже уровня грунтовых вод. В большинстве случаев отложения приледниковых озер находятся в состоянии близком к полному водонасыщению. Естественная влажность ленточных глин почти всегда превышает нижний, а во многих случаях и верхний пределы пластичности (таблица 2). В последнем случае глины находятся в скрытотекучем состоянии, при нарушении их естественной структуры приходят в текучее состояние. С ленточным строением пород связана резко выраженная анизотропия свойств. Например, в горизонтальном направлении они водопроницаемы, а в вертикальном, практически являются

водоупорами. Для песчаных и пылеватых прослоев, определяющих водопроницаемость вдоль прослоев, коэффициенты фильтрации (K_f) изменяются от 10^{-4} до 10^{-6} см/с, а у глинистых – снижается до 10^{-8} см/с.

Ленточные глины обладают невысоким сопротивлением сдвигу. Угол внутреннего трения (φ) не превышает 12 – 20°, часто снижаясь до нескольких градусов; сцепление $C = 0,002 - 0,03$ МПа (чаще 0,005 – 0,01 МПа). Деформационные свойства ленточных глин также изменяются в широких пределах. Для глин модуль деформации (E) находится в интервале 1,5 – 7,0 МПа. Озерно-ледниковые супеси и пески менее сжимаемы. Коэффициент сжимаемости этих пород измеряется сотыми и тысячными долями. Модуль общей деформации $E = 1 - 50$ МПа, достигая наибольших величин у средне- и крупнозернистых песков [5].

Возникновение инженерно-геологических опасностей в ленточных глинах связано с их вязкостью, текучестью и пластичностью. Ленточные отложения обычно характеризуются сравнительно высокими значениями влажности и пористости, и пониженной плотностью. Консистенция их неустойчивая, скрытомягкопластичная или даже скрытотекучая. С ленточными глинами связано формирование оползней солифлюкционного типа и оползней течения. При ленточном строении пород резко проявляется анизотропия свойств (водопроницаемость, сопротивление сдвигу и др.). При динамических воздействиях им свойственны ярко выраженные тиксотропные явления. Ленточные глины водонеустойчивы и легко размокают, в откосах котлованов оплывают, весьма склонны к морозному пучению. Они сильно и неоднородно сжимаемы, имеют малое сопротивление сдвигу. При уплотнении обнаруживают значительные остаточные деформации. Особое внимание нужно уделять сохранению природного сложения, не допускать искусственного увлажнения, промерзания, динамических воздействий. Мелко- и тонкозернистые пески и супеси часто представляют собой типичные пльвуны.

Водно-ледниковые отложения представляют собой отложения талых вод ледника, прошедших через толщу льда по трещинам и двигавшимся подо льдом к его краю. Эти воды вымывали из толщи льда обломки пород и накапливали их вдоль движущегося потока по днищу ледникового трога, образуя озы и камы, протяженностью несколько километров при небольшой ширине в несколько метров. На флювиогляциальные отложения приходится почти треть объема антропогенной толщи [6, 7]. В краевых зонах ледников в трещинах, пещерах и других полостях мертвых или слабоподвижных льдов накапливались камовые отложения. Камы довольно широко распространены на севере Беларуси, и встречаются в виде одиночных холмов или камовых массивов.

Площадь отдельных форм колеблется от нескольких десятков до нескольких тысяч квадратных метров, их высота достигает 35 – 40 м. У таких холмов обычно неоднородное строение. Встречаются формы,

сложенные песчаным, песчано-гравийно-галечным и даже алеврито-глинистым материалом. Чаще этот материал залегает в форме горизонтальных или слабонаклоненных пачек (слоев и линз) мощностью 0,2 – 2,0 м. Внутренняя текстура либо горизонтально-слоистая, либо косослоистая (с наклоном слоев от 15 до 30°). Реже залежи построены относительно тонким переслаиванием (2 – 15 см мощности) материала самого разного гранулометрического состава.

Озы среди других водно-ледниковых образований играют сравнительно скромную роль. При этом наиболее типичные и хорошо сохранившиеся озовые гряды встречаются на изучаемой территории. Длина озов от десятков метров до нескольких километров. Отдельные гряды вытянуты на 7 – 10 км. Ширина озовых «насыпей» у основания изменяется от 20 – 30 до 150 – 200 м, чаще же составляет 50 – 80 м. К вершине они заметно сужаются. Склоны возвышений имеют разную крутизну: от 5 – 8° до 25 – 30°. Обычно относительные превышения оза над окружающей местностью составляет около 5 – 12 м, хотя отмечаются высоты от 2 до 25 м. Чаще озы ориентированы на юг, юго-восток или юго-запад, иногда субширотны [8].

Преобладающая часть озовых возвышений сложена грубым песчано-гравийно-галечным материалом, гравелистым и в меньшей степени разнозернистыми песками, супесями и пр. Слагающий озы материал залегает в виде линзообразных пачек и горизонтальных прослоев обычно 0,1 – 1,5 м мощности. Текстура таких линзообразных пачек и прослоев косая, изредка горизонтальная и вызывается неодинаковой сортировкой строящих залежь обломков. Озы ветвятся, сливаются, заходя далеко на юг от края ледника, и вклиниваются в зандровые поля. Здесь озовые отложения бывает трудно отличить от зандровых и аллювиальных.

По своим свойствам флювиогляциальные пески Русской платформы близки к пескам других генетических типов, отличаясь от них несколько большей плотностью. Плотность флювиогляциальных песков ρ при естественной влажности изменяется от 1,8 до 2,1 г/см³ (реже 1,6 – 2,3 г/см³); коэффициент пористости $e = 0,5 – 0,8$. Естественная влажность флювиогляциальных песков $\omega = 3 – 8 \%$ в зоне аэрации и 20 – 30 % (в среднем 25 %) в водонасыщенном состоянии. Коэффициент фильтрации (K_f) флювиогляциальных песков, как правило, несколько выше, чем у песков других генетических типов ледниковых отложений и изменяется от первых единиц до десятков метров в сутки. Флювиогляциальным песчаным отложениям свойственны сравнительно высокие углы внутреннего трения φ от 23 до 45° (в среднем 27 – 35°); коэффициент внутреннего трения $f = 0,86 – 1,0$ (в среднем 0,50 – 0,7). Сцепление (C) у песков измеряется преимущественно тысячными долями, но в единичных случаях достигает 0,01 – 0,02 МПа (в том числе за счет слабой цементации). Общий модуль деформации флювиогляциальных песков (E) составляет 30 – 70 МПа (в отдельных случаях достигает 100 – 120 МПа) [5].

Суглинки и супеси, встречающиеся в толще песков в виде отдельных прослоев и линз, отличаются непостоянством своего состава и свойств. Модули деформации E у них обычно много ниже, чем у песков, и изменяются в широких пределах: от 7 до 33 МПа (обычно 12 – 18 МПа) у супесей, от 6 до 16 МПа (обычно 8 – 12 МПа) у суглинков (таблица 3).

Аллювиальные отложения. Плейстоценовые оледенения оказали существенное влияние на фациальную структуру и вещественный состав аллювия. Ледниковые покровы, двигаясь к югу и юго-востоку, вызвали подпруживание рек, текущих им навстречу, что приводило к образованию в долинах озер. В связи с этим в строении речных террас, формировавшихся в эпохи оледенений (в особенности, верхнеплейстоценовых) в долинах рек бассейна Балтийского моря, большое участие принимают озерно-аллювиальные отложения. В подошве обычно залегают осадки базальной пристрежневой фаций аллювия, среди которых преобладают разнозернистые пески с галечником в основании. Перекрывающая их основная часть отложений, имеющая более широкое площадное распространение, представлена чередованием аллювиальных песков с озерными суглинками, супесями и глинами, часто ленточной текстуры.

Голоценовый аллювий в сравнении с аллювием ледниковых эпох отличается более четкой фациальной и механической дифференциацией осадков. В этом комплексе выделяют три главнейших фациальных типа осадков: русловой; прирусловой; пойменный и старичный аллювий.

Пойменный и старичный аллювий формируется во время половодий. Для пойменных отложений характерен песчано-алевритовый состав осадков с текстурами течений, волнений и ряби. Современный аллювий почти целиком приурочен к отложениям пойменных террас, а у Западной Двины кое-где слагает еще и низкие надпойменные террасы.

По гранулометрическому составу пески, доминирующие среди современных аллювиальных образований, напоминают подобные аллювиальные породы плейстоценового возраста, хотя и несколько отличаются более широким распространением мелкозернистых разностей и большим содержанием алеврито-глинистых примесей. Содержание частиц меньше 0,05 мм в большинстве случаев составляет 5 – 20 %; на фракцию 0,1 – 0,05 мм приходится 5 – 25 %. Фракция 0,25 – 0,1 мм часто является основной (40 – 92 %). Для частиц размером 0,5 – 0,25 мм наиболее характерны содержание от 2 до 25 %. Количество более крупных фракций непостоянно.

Встречающиеся в аллювии линзы песчано-гравийно-галечного материала в среднем содержат 0,0 – 2,5 % валунов, 12 – 30 % гальки, 25 – 45 % гравия, 30–60 % зерен песчаной размерности и около 2 – 7 % алеврито-глинистых частиц [5].

В районах распространения краевых ледниковых образований в толще аллювия появляются линзы, прослои или гнезда крупнообломочного материала.

Гранулометрические параметры этого материала сходны с параметрами потоково-ледниковых песчано-гравийно-галечных отложений, отличаясь либо несколько меньшим содержанием валунов и крупных галек, а также большей однородностью.

Озерные отложения. Важное место в осадконакоплении принадлежит озерам. В озерах накапливаются минеральные, органо-минеральные и органические осадки. Они представлены разнородными песками (преимущественно мелко-тонкозернистыми), нередко карбонатными, заиленными, а также супесями, глинами, илами и сапропелями. Средняя мощность толщи озерных аккумуляций может варьировать от 3 до 7 м, максимальная достигает 20 – 25 м и более [2].

Формирование геологических опасностей может быть связано с различным физическим состоянием пород по плотности, пористости, влажности и консолидации; анизотропией свойств, обусловленной слоистостью. Глинистые разности часто обогащены органикой и другими примесями.

Болотные отложения на изучаемой территории представлены толщами верховых и переходных торфяников. Мощность торфяных залежей не выдержана и может изменяться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. На моренных равнинах болотные отложения, как правило, отличаются меньшей мощностью и мозаичностью распространения. Самые мощные толщи болотных образований приурочены к заполненным осадками озерным котловинам.

Со строительной точки зрения болотные отложения относятся к группе грунтов особого состояния и свойств, которые лишь ограниченно могут использоваться в качестве естественных оснований зданий и сооружений из-за низкой прочности и высокой сжимаемости. При этом, как правило, приходится производить полную или частичную выторфовку с заменой торфа грунтами, обладающими удовлетворительными строительными свойствами, либо создавать отгрузку торфомассива с помощью отсыпки грунта на торф, для уплотнения последнего.

Инженерно-геоморфологические условия. Геолого-генетические комплексы покровных отложений, развитые в пределах исследуемой территории, подвержены воздействию современных геоморфологических процессов, в значительной степени определяющих физико-механические свойства грунтов. Среди экзогенных процессов наиболее распространенными являются линейная и плоскостная эрозия, эоловые процессы, заболачивание, гравитационные (осыпи, обвалы), суффозионные и процессы, связанные с подтоплением территорий. Причины их развития обусловлены не только природными факторами, но и хозяйственной деятельностью человека [6].

Эрозионные процессы (линейная и плоскостная эрозия). Развитие эрозионных процессов предопределено природными особенностями территории и спецификой ее хозяйственного использования. При ис-

следовании вопросов, связанных с количественной оценкой эрозии, главная задача сводится к выяснению, в каких природных условиях и при каком характере использования наблюдается проявление плоскостной и линейной эрозии той или иной степени интенсивности [9]. При изучении эрозионных процессов необходимо учитывать густоту расчленения территории, абсолютную высоту местности, форму водосборов, а также ряд других морфометрических показателей. Эрозионные процессы начинают проявляться при уклоне поверхности более 1°. Выделяют два типа эрозии: поверхностную или плоскостную, и линейную или овражную. *Плоскостная эрозия* развивается в условиях не руслового стока талых и дождевых вод. В настоящее время плоскостная эрозия является одним из наиболее мощных рельефообразующих процессов как по массе и скорости перемещаемого материала, так и по площади развития на интенсивно используемых территориях [9]. Преобразование пласового стока в русловый приводит к развитию *линейной эрозии* и образованию различных эрозионных форм (промоин, оврагов, балок, долин).

На территории исследований водная эрозия наиболее активно протекает на супесчаных, суглинистых и лессовидных отложениях, в условиях холмистого рельефа и в прибортовых частях речных долин.

Эоловые процессы. Геологическая работа ветра состоит из процессов: дефляции, корразии, переноса, аккумуляции [9]. Эоловые процессы распространены на территории Поозерья слабо и проявляются в основном на распаханых наветренных склонах холмов.

Заболачивание. Около 8 % территории заболочено. Болота относятся к верховым (2/3 всех болот), низинным и переходным. Наиболее крупные болотные массивы расположены на месте спущенных озер: Ельня, Освейское, Оболь-2, Журавлиное и др. Основной причиной заболачивания является избыточное увлажнение, зависящее от климатических факторов. Также болота могут формироваться в результате зарастания водоемов. Геологическое значение процесса выражается в торфообразовании и торфонакоплении. Заболоченные участки приурочены в основном к пойменным террасам, выровненным водоразделам, основаниям пологих склонов, понижениям надпойменных террас.

Гравитационные процессы. Развиваются под влиянием целого ряда факторов, имеет место как медленное перемещение материала на склонах (крип), так и делювиальный смыл, и процессы, идущие с высокой скоростью (обвалы, осыпи). Необходимое условие протекания таких процессов – сравнительно крутые склоны (более 2° для крипа, около 15 – 20° для оползней, обвалов, осыпей).

Необходимо отметить развитие суффозионных процессов, которые являются результатом силового воздействия инфильтрующихся дождевых и паводковых вод на вмещающие суффозионно-неустойчивые породы с высокой поровой проницаемостью. На урбанизированных территориях широко

развита техногенная суффозия. Главной причиной развития являются утечки из водонесущих коммуникаций (особенно теплопроводных и/или имеющих большой износ). Высачивание под большим давлением и аварийные прорывы воды из этих коммуникаций постоянно приводят к размыву, разрушению и выносу вмещающих и перекрывающих их дисперсных грунтов (в том числе грунтов засыпки) и деформациям расположенных над ними инженерно-хозяйственных объектов.

По водно-эрозионному районированию Беларуси [9] изучаемая территория относится к Нарочано-Западно-Двинской области, которая объединяет шесть районов, каждый из районов характеризуется определенными инженерно-геологическими условиями, степенью развития и интенсивности проявления инженерно-геоморфологических процессов: 1 –

Освейско-Дрисский район (линейная эрозия, заболачивание, техногенная денудация); 2 – Браславский район (линейная эрозия, крип); 3 – Дисненский район (линейная эрозия, заболачивание); 4 – Полота-Ушачский район (эоловые процессы: аккумуляция и дефляция, техногенная денудация); 5 – Лучоса-Обольский район (гравитационные процессы: обвалы, осыпи, оползни, крип, сильный делювиальный снос, заболачивание); 6 – Витебско-Городокский район (линейная эрозия, крип, делювиальный снос от слабого до сильного, заболачивание; эоловые процессы) (рис. 2). Плоскостная и линейная эрозия в основном развивается на ледниковых возвышенностях (Витебская, Браславская, Городокская, Освейская и др.), имеющих высокий эрозионный потенциал и активно используемых в сельском хозяйстве, на крутых склонах речных долин.

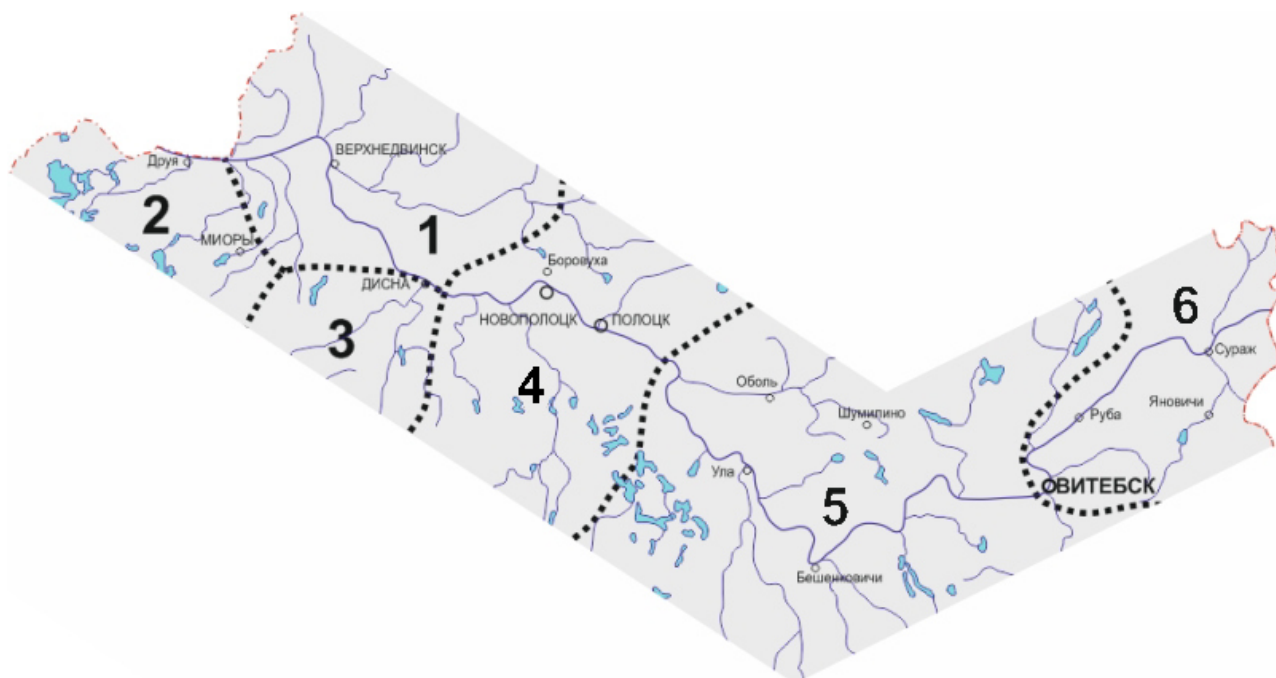


Рис. 2. Схема водно-эрозионного районирования долины реки Западной Двина: 1 – Освейско-Дрисский район; 2 – Браславский район; 3 – Дисненский район; 4 – Полота-Ушачский район; 5 – Лучоса-Обольский район; 6 – Витебско-Городокский район.

Выводы

Инженерно-геологическое строение долины реки Западной Двина весьма разнообразно и определяется особенностями рельефа, геологическим строением и физико-механическими свойствами пород. На основе анализа всех этих факторов изучаемую территорию можно разделить на четыре крупных района: 1) район развития моренных отложений; 2) район развития озерно-ледниковых отложений; 3) район развития водно-ледниковых отложений; 4) район развития аллювиальных, озерных и болотных отложений.

Среди экзогенных процессов наиболее распространенными являются линейная и плоскостная эрозия, эоловые процессы, заболачивание, гравитационные (осыпи, обвалы), суффозионные процессы и процессы, связанные с подтоплением территорий. При-

чины их развития обусловлены не только природными факторами, но и хозяйственной деятельностью человека.

Изучаемая территория по водно-эрозионному районированию относится к Нарочано-Западно-Двинской области, которая объединяет шесть районов, каждый из которых характеризуется определенными инженерно-геологическими условиями, степенью развития и интенсивности проявления инженерно-геоморфологических процессов: 1 – Освейско-Дрисский район; 2 – Браславский район; 3 – Дисненский район; 4 – Полота-Ушачский район; 5 – Лучоса-Обольский район; 6 – Витебско-Городокский район.

В качестве естественных оснований зданий и сооружений наиболее широко используются моренные и песчаные отложения различного генезиса, а также

озерно-ледниковые ленточные глины. Довольно широко распространены на изучаемой территории болотные отложения, но их использование в качестве естественных оснований крайне ограничено.

Геолого-генетические комплексы покровных отложений, развитые в пределах исследуемой территории, подвержены воздействию современных геоморфологических процессов, в значительной степени определяющих физико-механические свойства грунтов.

Необходимость инженерно-геологического изучения долины Западной Двины и прилегающих территорий связана с началом строительства каскада из 4 гидроэлектростанций и соответственно значительным расширением перспектив инженерно-хозяйственного освоения прилегающих территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловская, И. Э. Основные тенденции развития гидросети Беларуси в среднем и позднем плейстоцене / И. Э. Павловская // Литосфера, 1998. – № 3. – С. 56 – 62.
2. Павловская, И. Э. Полоцкий ледниково-озерный бассейн: строение, рельеф, история развития / И. Э. Павловская. – Мн.: Наука і тэхніка, 1994. – 128 с.
3. Трацевская, Е. Ю. Региональная инженерная геология Беларуси: тексты лекций по спецкурсу для студентов специальности I-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» специализации I-51 01 01 03 «Инженерная геология и гидрогеология» / Е. Ю. Трацевская; Министерство образования РБ, Гомельский гос. ун-т имени Франциска Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 143 с.
4. Чацвярцічныя адклады. М 1: 1250000 // Нацыянальны атлас Беларусі.– Мінск: Белкартаграфія, 2002. – С. 43.
5. Галкин, А. Н. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий и история их формирования / А. Н. Галкин, А. В. Матвеев, В. Г. Жогло. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова». – 2006. – 208 с.
6. Матвеев, А. В. Современная динамика рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев [и др.]. – Минск, 1991. – 102 с.
7. Мандер, Е. П. Антропогенные отложения и развитие рельефа Белоруссии / Е. П. Мандер. – Мн.: Наука и техника, 1973. – 128 с.
8. Матвеев, А. В. Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев. – Минск: Университетское, 1988. – 317 с.
9. Павловский, А. И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси / А. И. Павловский. – Минск: Навука і тэхніка, 1994.– 102 с.

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

Павловский А. И., кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии
E-mail: aipavlovskiy@mail.ru

Мележ Т. А., старший преподаватель кафедры геологии и географии
E-mail: tatyana.melezh@mail.ru

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова

Галкин А. Н., профессор кафедры географии
E-mail: kgeograph@vsu.by

Francisk Skorina
Gomel State University

Pavlovsky A. I., candidate of Geographical Sciences, assistant professor, Head of Geology and Geography Department
E-mail: aipavlovskiy@mail.ru

Melezh T. A., Senior Lecturer of Geology and Geography Department
E-mail: tatyana.melezh@mail.ru

Vitebsk State University named after P.M. Masherov

Galkin A. N., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Geography Department
E-mail: kgeograph@vsu.by