

УДК 624.131.1:551.4:551.3:556.535(282.247.28)(476)

Инженерно-геоморфологическая оценка экзодинамических режимов долины реки Неман (в пределах Беларуси и прилегающих территорий)

Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
246019, Гомель, ул. Советская 104, Республика Беларусь. E-mail: tatyana.melezh@mail.ru
(Статья поступила в редакцию 31 мая 2021 г.)

Дана инженерно-геоморфологическая оценка экзодинамических режимов речной долины Немана, в пределах Беларуси и прилегающих территорий. Изучены экзодинамические процессы в пределах поймы, надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах, а также техногенные процессы. Проведено районирование долины и прилегающих площадей по особенностям инженерного освоения.

Ключевые слова: *речная долина, Неман, экзодинамические режимы.*

DOI: 10.17072/psu.geol.20.3.239

Введение

Неман берет начало на Минской возвышенности – в Узденском районе, имеет разработанную долину с серией хорошо развитых террас. Характер строения долины реки на различных участках своеобразен, что зависит от формирования Неманского речного бассейна. Неман течет по широкой пойме (2–4 км), изобилующей старицами. Уклон реки составляет 20 см/км, глубины достигают 3–4 м.

Долина Немана представляет собой особый тип долин рек, течение которых на протяжении всех материковых оледенений антропогена было направлено навстречу разраставшимся ледниковым покровам.

Цель, материал и методы исследования

Провести инженерно-геоморфологическую оценку экзодинамических режимов долины Немана и прилегающих территорий.

В основу исследования положены результаты диссертационного исследования.

Результаты исследований

Инженерно-геоморфологическое строение долины реки Неман разнообразно и определяется комплексом факторов, анализ ко-

торых позволил проработать исследуемую территорию и выделить четыре крупных района (рис. 1) (Мележ, 2018а):

1) район развития озерно-ледниковых отложений – lgQ_3pz (глины, суглинки, супеси, пески);

2) район развития водно-ледниковых отложений – fQ_3pz^s , fQ_2sz^s , kmQ_3pz (пески, песчано-гравийные породы);

3) район развития моренных отложений – gQ_2sz , gtQ_2sz (супеси, суглинки моренные, пески, песчано-гравийные породы);

4) район развития аллювиальных, озерных и болотных отложений – l,aQ_3pz , aQ_3pz_3 , aQ_3pz_{2-3} , aQ_4 , bQ_4 (пески, супеси, суглинки, глины, торф, илы, сапропели).

Озерно-ледниковые отложения залегают обычно на морене в верхней части четвертичной толщи и только местами перекрываются маломощным чехлом голоценовых отложений. Наибольшие площади распространения озерно-ледниковых отложений отмечены в пределах Неманской низины от н.п. Орля до г. Скидель (Щучинский, Мостовский, Скидельский районы).

Водно-ледниковые отложения представляют собой образования талых вод ледника, прошедших через толщу льда по трещинам и двигавшимися подо льдом к его краю. Эти воды вымывали из толщи льда обломки пород и накапливали их вдоль движущегося

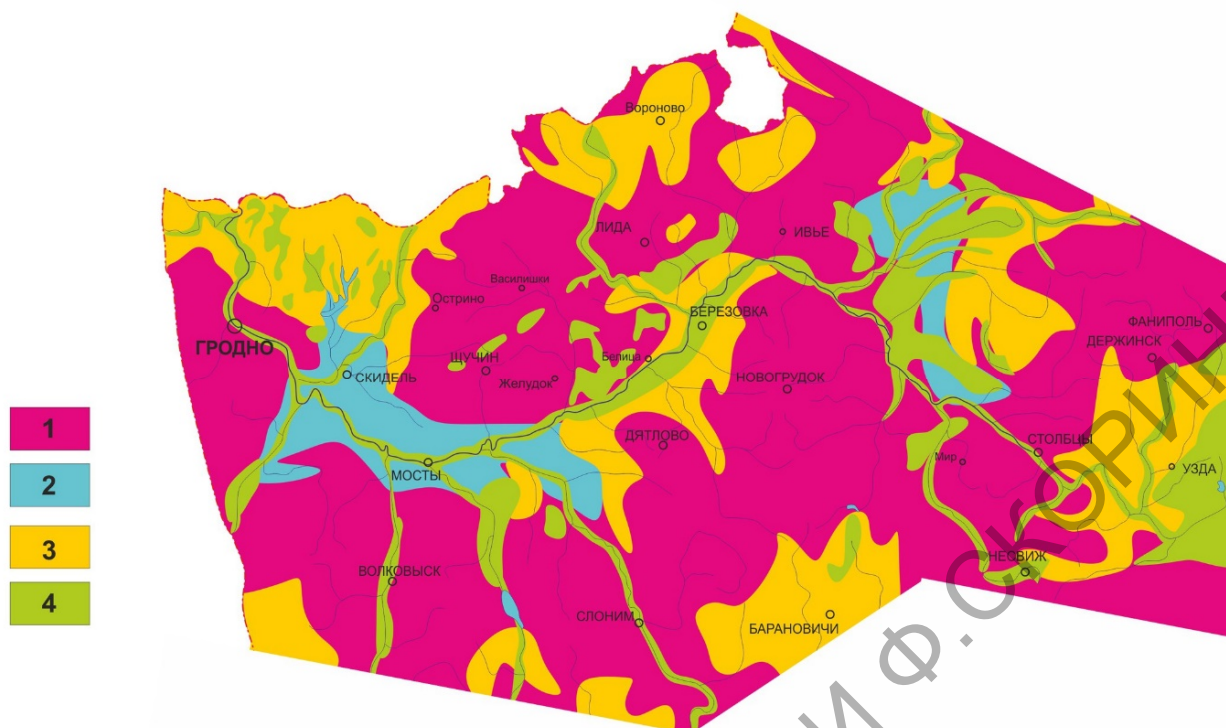


Рис. 1. Картосхема районов распространения генетических типов четвертичных отложений: 1 – район развития озерно-ледниковых отложений; 2 – район развития водно-ледниковых отложений; 3 – район развития моренных отложений; 4 – район развития аллювиальных, озерных и болотных отложений (Мележ, 2018а)

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 антропогеновой толщи. Флювиогляциальные надморенные отложения сожского подгоризонта распространены на протяжении всей долины Немана от места слияния рек Уссы и Лоши до границы РБ – Литва, исключение составляет участок максимального распространения озерно-ледниковых толщ – Мостовский и Скидельский районы (Мележ, 2018а; 2018б).

Флювиогляциальные отложения достаточно широко распространены в пределах изучаемой территории. Они представлены группами образований, сформировавшимися в различных фациальных обстановках. Это отложения флювиокамов и камовых террас, озов, краевых гряд, долинные и покровные флювиогляциальные аккумуляции.

Моренные отложения в долине Немана залегают преимущественно на днепровско-сожских, днепровских, березинских образованиях и редко на коренных породах, пере-

крываются более молодыми сожско-поозерскими водно-ледниковыми, поозерско-голоценовыми аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями. Представлены конечно-моренными образованиями, а также камовыми террасами и холмами. Широко распространены в пределах Новогрудской краевой ледниковой возвышенности, Столбцовой моренной равнине, Копыльской краевой ледниковой гряды и Гродненской краевой ледниковой возвышенности (Мележ, 2018а; 2018б).

Аллювиальные отложения представляют собой результат переработки озерно-ледниковых, флювиогляциальных и моренных образований. Плейстоценовые оледенения оказали существенное влияние на фациальную структуру и вещественный состав аллювия. Ледниковые покровы, двигаясь к югу и юго-востоку, вызывали подпруживание рек, текущих им навстречу, что приводило к образованию в долинах озер. В связи с этим в строении речных террас, сформировавшихся в эпохи оледенений (в особенности, верхнеплейстоценовых) в долинах рек бассейна Балтийского моря, большое уча-

стие принимают озерно-аллювиальные отложения. Аллювиальные толщи слагают пойменные пространства, участки первой и второй надпойменных террас Немана и его притоков (Мележ, 2018б).

Озерные отложения. Важное место в осадконакоплении принадлежит озерам. В озерах накапливаются минеральные, органо-минеральные и органические осадки. Не имеют широкого площадного распространения за исключением участка в пределах Столбцовской равнины и Копыльской гряды.

Болотные отложения на изучаемой территории сложены, главным образом, верховыми и переходными торфяниками, имеют локальное распространение в пределах пойм и надпойменных террас (в пределах н.п. Щорсы, Негневичи, Любча, Гнесичи, Яремичи, Куписк, Белица, в долине Щары и в пределах Озерской равнины). Мощность торфяных залежей не выдержана и может изменяться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров.

Процессы, определяющие экзодинамические режимы речной долины и прилегающих территорий, можно разделить на три категории: 1 – процессы, протекающие в пределах речной поймы; 2 – процессы, протекающие в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах; 3 – техногенные процессы.

Процессы, протекающие в пределах речной поймы. В пределах поймы Припяти ведущую роль играют субаквальные эрозионно-аккумулятивные процессы. К ним относятся типы русловых деформаций, определяющие морфогенетические особенности русла и поймы. Для Немана характерны следующие типы плановых деформаций русла:

- пойменная многорукавность – деформации русла сводятся к развитию спрямляющих протоков, их отмиранию и возобновлению, сопровождающемуся перераспределением расхода воды между рукавами. Пойменная многорукавность есть дальнейшее развитие незавершенного меандрирования;

- свободное меандрирование – излучины русла проходят замкнутые циклы перестроения, при которых русло из прямого участка достигает состояния петли, посте-

пенно увеличивая свою кривизну и асимметричность. Беспрепятственное свободное меандрирование проходит в условиях отсутствия ограничивающего влияния склонов долины, то есть при наличии ее широкого дна;

- побочный тип – транспорт донных наносов осуществляется в виде сползания крупных гряд с перекошенным в плане положением их гребней. В межень они обсыхают, образуя побочни, расположенные вдоль по реке в шахматном порядке. Побочный режим движения наносов возникает как в условиях ухудшения условий транспорта наносов, так и при естественном или искусственном ограничении плановых деформаций реки.

Процессы, протекающие в пределах надпойменных террас, на бортах и прилегающих плакорах, представлены следующими группами.

1 – *флювиальная группа*: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков. Развитие водно-эрозионных процессов определяется густотой расчленения территории, абсолютной высотой местности, формой водосборов, климатическими другими показателями (Мележ, 2016).

Согласно водно-эрозионного районирования Беларуси, **речная долина Немана** относится к Вилейско-Неманской области, которая объединяет шесть районов, каждый из районов характеризуется определенными инженерно-геологическими условиями, степенью развития и интенсивности проявления инженерно-геоморфологических процессов (рис. 2) (Павловский, 1994):

10 – Гродненский (плоскостная и линейная эрозия, крип, заболачивание, делювиальный снос от слабого до сильного, эоловая дефляция, техногенная денудация);

11 – Котра-Двинский (плоскостная и линейная эрозия, крип, заболачивание, эоловая дефляция);

12 – Гауя – 3, Березинский (плоскостная и линейная эрозия, крип, заболачивание, слабый делювиальный снос);

13 – Щара-Зельвинский (плоскостная и линейная эрозия, обвалы, осыпи, оползни, заболачивание, слабый делювиальный снос);

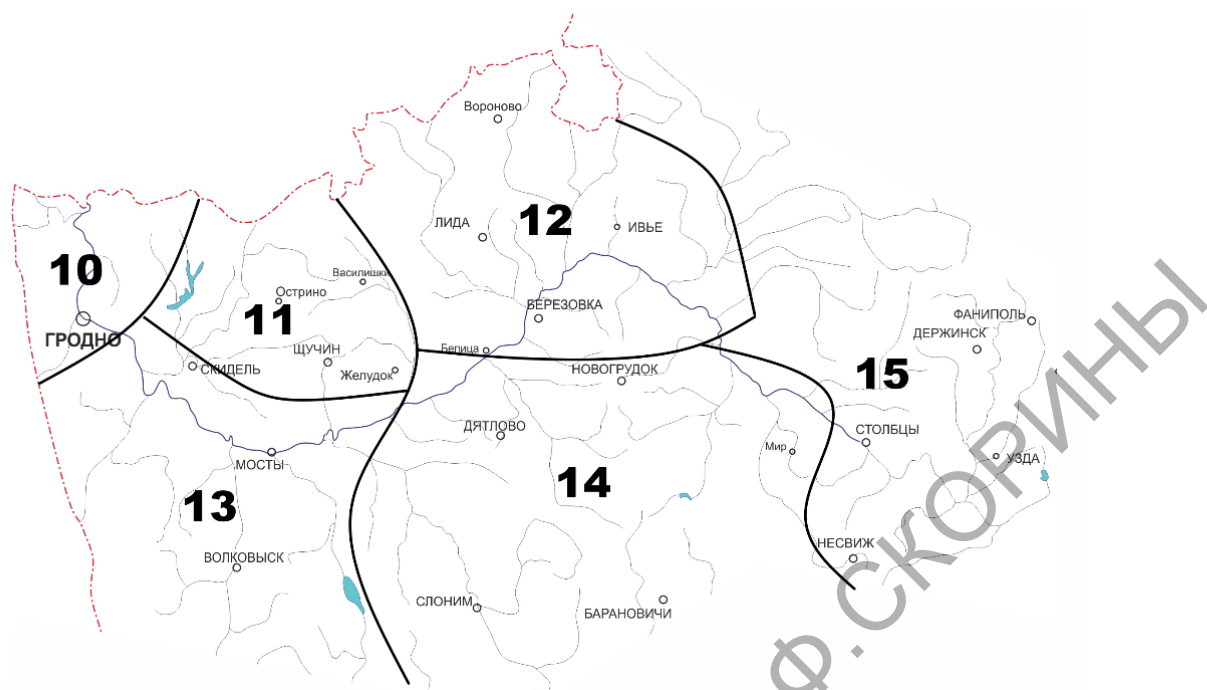


Рис. 2. Схема водно-эрозионного районирования долины Немана. Составлено автором по (Павловский, 1994)

14 – Новогрудско-Копыльский (плоскостная и линейная эрозия, заболачивание, слабый делювиальный снос);

15 – Верхненеманский (плоскостная и линейная эрозия, крип, заболачивание, эоловая дефляция, делювиальный снос от слабого до сильного, возможно развитие суффозионных процессов).

Нарочано-Вилейская область занимает западную и центральную часть Беларуси, включает бассейны Немана и Вилии. Здесь распространены краевые ледниковые образования – Гродненская, Новогрудская и другие возвышенности, слабохолмистые и водно-ледниковые равнины. Здесь развита плоскостная и линейная эрозия преимущественно на ледниковых возвышенностях и на крутых склонах (от 5° до 7°) речной долины.

Максимальные значения плоскостного смыва характерны для краевых ледниковых образований: Гродненская краевая ледниковая возвышенность, Волковысская краевая ледниковая возвышенность, Новогрудская краевая ледниковая возвышенность. Рельеф этих территорий в основном холмисто-увалистый или грядово-холмистый, осложненный овражно-балочно-долинной сетью с выровненными водораздельными участками. Так, для Гродненской возвышенности максимальные величины смыва составляют –

4,8 мм в год, Волковысской возвышенности – 6 мм в год, Новогрудской возвышенности – 5,6 мм в год. В пределах Неманской низменности на отдельных ее участках смыв может превышать 0,04 мм в год. Интенсивность плоскостной эрозии в пределах Лидской моренной равнины, Скидельской озерно-ледниковой низины и на других участках, характеризующихся волнистым, полого-волнистым рельефом, в среднем составляет от 0,12 мм до 0,52 мм в год, в экстремальных случаях эти значения могут возрастать до 1,0 мм в год (Мележ, 2015; Павловский, 1994).

Линейная эрозия приурочена к прибортовым частям речной долины и краевым ледниковым образованиям. Так, в пределах Копыльской гряды и частично Волковысской возвышенности фиксируются типичные участки развития линейной эрозии, здесь плотность эрозионных форм составляет 1–4 ед/10 км², густота расчленения – 0,45 км/км², глубина вреза – до 8 м (Павловский, 1994). Активные овраги встречаются редко и приурочены к наиболее интенсивно осваиваемым территориям. Территория Волковысской возвышенности расчленена речными долинами, ложбинами и западинами на эрозионные гряды и холмы. Здесь густота форм линейной эрозии составляет порядка

0,5 км/км², плотность – 10–20 ед/10 км², глубина вреза 10–20 м. Основная часть оврагов и балок задернована и залесена. Активные овраги развиваются на днищах и склонах балок, в прибортовых частях речных долин, а также на интенсивно распахиваемых склонах. Иногда встречаются овражно-балочные системы длиной до 2,0–2,5 км. На территории Гродненской возвышенности и на западе Новогрудской возвышенности проявление форм линейной эрозии отмечается существенным разнообразием. Здесь густота форм линейной эрозии составляет порядка 0,66 км/км², плотность – 15–25 ед/10 км², глубина вреза 25–30 м. Наиболее разнообразно проявление линейной эрозии в пределах Гродненской возвышенности, при этом морфологические черты оврагов и балок зависят от поверхностных отложений. Основные характеристики представлены в таблице.

Кроме того, водная эрозия часто стимулируется водно-хозяйственными работами (на склонах водохранилищ в результате подъема уровня грунтовых вод наблюдается омоложение старых форм линейной эрозии и формирование новых), лесотехническими мероприятиями (сплошная рубка леса, нарушение почвенно-растительного покрова техникой и т.д.), рекреационными и другими видами хозяйственной деятельности. Необходимо отметить, что роль антропогенного влияния неоднозначна. Интенсивное развитие эрозионных процессов связано не с хозяйственной деятельностью человека вообще, а с мероприятиями, не учитывающими закономерности развития рельефа и особенности природных условий территорий, вовлеченных в хозяйственный оборот (Мележ, 2015).

В соответствии с природно-хозяйственными условиями и пространственной дифференциацией форм линейной эрозии, по потенциальным возможностям развития линейной эрозии на изучаемой территории, выделяют три класса земель (Павловский, 1994):

I класс отличается высоким потенциалом развития современной линейной эрозии. Этот класс земель в пределах изучаемой территории приурочен к краевым ледниковым комплексам Копыльской гряды и Волковысской возвышенности. Для этих территорий

характерно наличие мощных овражно-балочных систем длиной свыше 3 км, осложненных вторичными донными и склоновыми оврагами. Плотность оврагов здесь изменяется от 1 до 10 ед/км², густота эрозионной сети составляет от 0,4–0,9 до 5–6 км/км², плотность активных оврагов – 1–4 ед/км², причем в некоторых районах активные овраги составляют до 55% от общего числа форм линейной эрозии. Средние скорости роста 0,3–3,5 м/год. Кроме того, длительное и интенсивное хозяйственное освоение этих земель повышает опасность развития эрозии.

II класс земель имеет низкий и средний потенциал развития современной линейной эрозии. К этому классу относятся Гродненская краевая ледниковая возвышенность, Волковысская краевая ледниковая возвышенность, Новогрудская краевая ледниковая возвышенность. Здесь редко встречаются значительные овражно-балочные системы. Характерны слабо развивающиеся овраги и закрепленные балки длиной до 3 км. Многие эрозионные формы наследуют древние ложбины стока талых вод, лощины. Сейчас в результате отмирания верховьев малых рек идет процесс их унаследования вторичными эрозионными формами. Плотность эрозионных форм здесь составляет в среднем 0,1–2,0, реже до 3 ед/км², густота эрозионной сети – 0,4–0,6 км/км², плотность активных оврагов 1, иногда до 2 ед/км². Средние скорости линейного роста оврагов 0,1–0,9 м/год (Павловский, 1994). Эти территории менее подвержены хозяйственной деятельности человека. Однако там, где идет интенсивное освоение земель, опасность развития линейной эрозии резко возрастает. Отсутствие форм линейной эрозии связано с выположенностью рельефа. Лишь на незначительных участках в прибортовых частях речных долин и на террасах могут возникать небольшие промоины и овраги, которые, однако, довольно быстро прекращают свое развитие и зарастают.

2 – процессы гидрогеологической группы (суффозия, карст, просадка, подтопление). Благоприятные условия для ее развития складываются в пределах Новогрудской краевой ледниковой возвышенности и Копыльской гряды (Современные ..., 2002; Экстремальные ..., 2002).

Средние значения характеристик факторов развития и интенсивности водно-эрозионных процессов в долине Немана. Составлено автором по данным (Павловский, 1994)

Характеристика	Район					
	10	11	12	13	14	15
1.Длин водотоков, км	40,7	46,4	70,1	61,4	44,2	55,2
2.ДНС покровных отложений, м/с	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
3.Вертикальное расчленение, м/км ²	17,3	8,8	10,5	15,8	14,3	7,9
4.Горизонтально расчленение, км/км ²	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4
5.Уклоны, град	4,9	1,9	2,2	3,7	2,9	1,5
6.Длинна склонов, км	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2
7.Лесистость, %	25,0	38,7	41,8	31,1	26,5	35,3
8.Площадь бассейна, км ²	252,8	215,3	294,6	332,2	220,4	242,9
9.Слой стока весеннего половодья, мм	40,0	48,7	68,9	46,4	66,8	79,7
10.Пашня, %	38,1	29,4	29,2	38,2	30,7	30,8
11.Слой поверхностного стока, мм	100,0	94,4	90,0	90,7	85,8	87,2
12.Величина смыва в весенний период, мм	1,54	0,68	1,09	1,45	1,72	0,45
13.Величина смыва в летнее-осенний период, мм	1,19	0,05	0,06	0,42	0,1	0,04
14.Величина смыва в год, мм	2,73	0,74	1,16	1,88	1,82	0,49
15.Плотность форм линейной эрозии, ед/10 км ²	22,4	0,2	2,5	9,1	10,3	10,3
16.Площадь, занятая оврагами %	31,4	0,2	3,6	23,1	23,1	4,3
17.Активные овраги, % от общего числа	15,7	0,2	2,3	7,0	9,3	3,9

Здесь залегают покровы лессовидных супесей и суглинков. Наиболее характерные последствия ее проявления – западины и блюдца, представляющие собой неглубокие, овальной или грушеобразной, чаще округлой формы, понижения. Согласно карте развития суффозионных процессов, на территории Беларуси плотность суффозионных западин здесь составляет менее 10 шт./км². Интенсивность проявления суффозии во многом зависит и от рельефа. Например, западины отсутствуют на плоских поверхностях с превышением до 1–2 м, при развитии овражно-балочных форм с глубиной вреза до 15–20 м и более, а также на отдельных участках Новогрудской возвышенности. К суффозионным формам относятся также циркообразные ниши, встречающиеся по бортам оврагов, балок, склонам речных долин. Наиболее выражены подобные формы в пределах Новогрудской возвышенности.

На участках развития мощных лессовидных отложений ледникового генезиса (gQ_{2sz}) на Новогрудской возвышенности встречаются овраги, возникающие в результате суффозионно-просадочных явлений, так называемой

тоннельной эрозии. В этих случаях наиболее активная вершинная часть оврага представлена в виде провала с цепочкой колодцев на дне, связанных между собой тоннелями, которые в плане имеют очертания извилистой линии с отдельными притоками (Галкин, 2017).

Постепенно, в результате суффозионных процессов, образуются колодцы глубиной от 0,5 до 2,5 м и диаметром от 0,3 до 1,5 м. Колодцы служат естественными приемниками поверхностного стока. В образовавшихся крупных пустотах размыв отложений происходит в результате воздействия водного потока на слабосвязанные механические элементы породы. В подземных каналах поток приобретает силу, необходимую для выноса продуктов разрушения за пределы системы. Постепенно на склонах формируется цепочка колодцев, связанных тоннелями. Интенсивное развитие этого процесса приводит к обваливанию подземных галерей и образованию провалов глубиной до 2–9 м и диаметром 10–25 м.

Техногенная суффозия встречается во всех крупных населенных пунктах в пределах долины Немана. Благоприятные условия

для протекания суффозии в городах создаются в процессе инженерно-геологического освоения территорий (строительство и эксплуатация различных инженерных сооружений, когда осуществляется отсыпка песчаных и крупнообломочных пород на слабопроницаемое основание, перекапывание глинистых грунтов, создание поверхностей контакта грунта с различными искусственными материалами и многое другое).

Карст характерен для участков распространения верхнемеловых отторженцев в конечно-моренных образованиях, представленных мергельно-меловыми породами, которые имеют достаточно широкое распространение в пределах речной долины Немана. Согласно районированию, проведенному Г.А. Колпашниковым (2005), долина Немана относится ко второму району распространения карбонатного карста в пределах Беларуси.

Поскольку в пределах речной долины имеются толщи лессовидных супесей и суглинков, здесь возможно проявление и развитие просадочного процесса. Особенно он характерен для Новогрудско-Кореличского и Слуцко-Копыльского массивов.

Согласно типизации по геологической опасности развития подтопления, на основе анализа строения грунтовых толщ и условий формирования режима грунтовых вод в пределах Беларуси, выполненной Е.Ю. Трацевской (2007), речная долина Немана практически полностью располагается в пределах территорий первого и второго типа: 1) территории не подтапливаемые или трудно подтапливаемые даже при наличии техногенных факторов; 2) территории, подтапливаемые только при наличии техногенных факторов.

Затопление территорий характерно при высоких уровнях во время половодья. На Немане половодье почти каждый год проходит несколькими волнами, со средним превышением над летним минимальным уровнем 2,5–4 м. В долине Немана вода на пойме стоит 8–12 суток, ширина разлива до 2–3 км и более, глубина затопления поймы 0,5–1 м.

3 – процессы гравитационной группы. Наиболее интенсивно развита овражно-балочная сеть в северо-восточной части Гродненской возвышенности при пересечении ее долиной Немана. Здесь в районе

дд. Принеманская, Коханово, Щочипово, Погоранье и других овражно-балочная сеть развита настолько сильно, что рельеф имеет эрозионный облик (Современные..., 2002; Экстремальные..., 2002). Длина оврагов колеблется в пределах 0,2–0,5 км, но нередко достигает 2 км, глубина в приустьевой части доходит до 20–40 м. В низовьях овраги узкие, склоны крутые и обнаженные, а в средней части они имеют вид извилистых задернованных балок. Сильно развита овражно-балочная сеть в пределах Новогрудской возвышенности, особенно по восточным ее склонам. Преобладающая форма оврагов V- и U-образная. Длина оврагов колеблется от нескольких десятков метров до 2–3 км. Их максимальная ширина 150–200 м. Склоны крутые, иногда отвесные, сильно расчлененные многочисленными ложбинами, рытвинами и промоинами. Глубина оврагов в устье 8–10 м, в верховье – 3,0–5,0 м; по днищу оврагов, как правило, имеется водоток. Некоторые овраги еще не прекратили своего роста. В пределах речной долины распространены овраги, балки и промоины, чаще всего в местах развития лессовидных пород. Реже они встречаются на водораздельных склонах и уступах террас. На высоких склонах Немана широко развиты оползни срезания, для них характерна большая глубина захвата пород склона.

Согласно схеме проявления гравитационных процессов, в пределах речной долины Немана достаточно активно проявляются гравитационные процессы, в том числе обвалы, осыпи, оползни и крип. Так, скорость его распространения составляет от 2,0 до 4,0 и более мм/год.

4 – процессы эоловой группы: эоловый процесс проявляется в виде аккумуляции и дефляции (Современные ..., 2002; Экстремальные ..., 2002). Согласно карте дефляционной опасности земель Беларуси, по степени опасности в пределах долины Немана выделяются участки от слабой степени до сильной. Значительные районы развития эоловых массивов встречаются в пределах выходов на дневную поверхность ледниково-озерных и зандровых отложений, особенно севернее Гродно. Крупные площади эоловых отложений можно встретить на террасах Немана. Эоловые отложения распространены

на площадях в несколько десятков, редко сотен, квадратных километров. Обычно они составляют эоловые асимметричные возвышенности, холмы, бугры и дюны разной формы, а также линейно вытянутые грядобразные возвышения. Многочисленные эоловые образования, представленные эоловыми грядами, параболическими дюнами и бугристыми песками, распространены на широких плоских пространствах Неманской низины. Они обычно вытянуты вдоль речных долин. Дюны отличаются асимметричным профилем: наветренным пологим ($5-10^\circ$) и подветренным крутым ($15-30^\circ$). Высота гряд и дюн несколько метров, длина $0,5-2,5$ км, ширина до $100-200$ м. Между эоловыми формами образуются котловины выдувания глубиной до 2 м, в диаметре более 100 м. Наиболее высокие куполообразные вершины морфологически сливаются, образуя песчаные массивы с относительными превышениями $10-15$ м (Павловский, 1994; Галкин, 2017; Современная ..., 1991).

Равнинная поверхность Копыльской гряды нарушается эоловыми формами – дюнно-бугристым рельефом, отдельные дюны достигают высоты до 5 м. В междуречье рек Уша и Неман плоско-волнистая, иногда мелкохолмистая поверхность Столбцовой равнины пересекается эоловыми формами, высота дюн достигает $5-8$ м, отмечаются также участки развеваемых песков (д. Николаевщина).

5 – *процессы биогенной группы*: охватывают пойму, первую и вторую надпойменные террасы выложенные низменные плакоры. В пределах речной долины Немана биогенные процессы привели к образованию довольно многочисленных, но относительно небольших по площади торфяников. Здесь преобладают низинные торфяники, верховые болота практически отсутствуют, за исключением участка в междуречье Дитвы и Гавы. Наиболее крупные болотные массивы: «Турья», «Лошанский торфомассив», «Хмелище», «Кореличи», «Сима», «Жижма», «Дитвянское», «Докудовское», «Каменный Мост», «Горячий Бор», «Святое», «Мастки-Нивище» – приурочены к правобережью Немана, «Кулик», «Зельвянка», «Ружанское», «Багно-Схеда» – приурочены к левобережью Немана.

Техногенные процессы. Антропогенная активность, как «третья геологическая сила» из состава эндо- и экзогенных сил, быстро нарастает по энергоемкости и применяется во все более разнообразных направлениях. По разнообразию и силе проявления эта энергия видоизменяет процессы, протекающие на поверхности земли. В настоящее время техногенные процессы влияют на трансформацию земной поверхности. Антропогенез ведет к созданию принципиально новых формы рельефа и типов отложений, влияет на ход природных процессов.

Из созданных человеком форм наиболее характерными, помимо сельскохозяйственных угодий, являются дорожные выемки и насыпи (высотой или глубиной до $7-10$ м, вытянутые суммарно на многие сотни километров), террасированные поверхности крупных населенных пунктов, карьеры, отвалы и свалки в районе Гродно, Новогрудка и вблизи других наиболее крупных городов.

Техногенные формы рельефа в пределах Новогрудской возвышенности представлены карьерами по добыче строительных полезных ископаемых, спрямленными участками речных русел, дорожными насыпями, прудами, которые в сумме наложили заметный отпечаток на строение поверхности. В пределах Волковысской возвышенности также значительное распространение получили техногенные формы рельефа: карьеры по добыче цементного и строительного материала. Их глубины достигают $25-30$ м, длина $1,5-2$ км. На месте выработанных карьеров созданы искусственные водоемы (у г. Волковыска, пос. Красносельский).

По интенсивности техногенной преобразованности рельефа речная долина Немана неоднородна и максимальная величина преобразованности характерна для района г. Гродно, пос. Красносельский (ведется добыча мела открытым способом) и ряда других промышленных районов (Техногенная ..., 2002; Устойчивость ..., 2002). Сморгонь, Ошмяны, Островец и другие; объекты гидроэнергетики – Гезгальская, Волпавская, Яновская, Жамысловская, Бояры, Волповская ГЭС и теплоэнергетики – Гродненская ТЭС; карьеры по добыче мела (месторождения: Старовино, Курпешовское, Туровское, Колядинское 1-е и Колядинское 2-е, Пого-

ранское), глин (месторождения: Волчки, Загорское, Грушчанское, Долиновское, Даниловское и другие), строительного песка (месторождения: Сморгонское, Бельково, Гожовское, Люшневское, Ловичи), песчано-гравийной смеси (месторождения: Маньковское, Рупейское, Горностаевское, Яновицкое и другие), а также территории торфоразработок (Березинское, Дитвнское, Святое, Микулишки, Заречье, Волчье Болото и другие), здесь интенсивность техногенной нагрузки может достигать более 100 тыс. $\text{м}^3/\text{км}^2$ (Устойчивость ..., 2002), достигая $10^6 \text{м}^3/\text{км}^2$ (Техногенная ..., 2002; Устойчивость ..., 2002), в целом для речной долины отмечается слабая степень техногенной преобразованности рельефа, что объясняется концентрацией здесь сельскохозяйственных территорий, величина интенсивности техногенной нагрузки составляет 10–20 тыс. $\text{м}^3/\text{км}^2$, пойма и надпойменная террасы, где сосредоточены как городские, так и сельские населенные пункты, а также крупные городские территории характеризуются большими значениями интенсивности техногенной нагрузки.

По степени устойчивости рельефа к нагрузкам территорию исследования условно можно разграничить на три зоны:

1) устойчивая – устойчивость оценивается в 99–100%: территория сельскохозяйственного освоения;

2) менее устойчивая – устойчивость рельефа к техногенным нагрузкам варьирует от 98 до 95%: территория сельскохозяйственного освоения; междуречье Березины и Лебеды; от озера Белое до границы Беларуси; от устья реки Лебеда до озера Белое;

3) не устойчивая к техногенным нагрузкам зона (степень устойчивости изменяется от 0 до 20%): район г. Гродно и пос. Красносельский, а также – крупные урбанизировано-промышленные центры: Сморгонь, Ошмяны, Островец и другие; объекты гидроэнергетики и теплоэнергетики; карьеры по добыче мела, глин, строительного песка, песчано-гравийной смеси, а также территории торфоразработок.

Район крупных промышленных центров и пос. Красносельский характеризуются наименьшей степенью устойчивости рельефа к техногенным нагрузкам, это коррелируется

со значениями степени техногенной преобразованности рельефа. Наибольшие значения степени устойчивости рельефа (от 95 до 100%) характерны для сельскохозяйственных районов территории исследования

По особенностям экзодинамических режимов, по условиям инженерного освоения автором выделено три типа территорий:

Неблагоприятные. Распространяются на пойму реки и территории Новогрудской возвышенности и Копыльской гряды, где активно протекают экзогенные процессы: наличие толщ лессовидных супесей и суглинков провоцируют проявление и развитие просадочного процесса; линейная и плоскостная эрозия; в пределах Новогрудской возвышенности развита овражно-балочная сеть; в пределах поймы возможно подтопление территории.

Потенциально неблагоприятные. Приурочены, главным образом, к первой надпойменной террасе. Для рассматриваемой территории характерны процессы заболачивания, дефляции, эрозия временных водных потоков, гравитационные процессы, в частности, развитие оползневых процессов, суффозионные процессы.

Относительно благоприятные. Охватывает вторую надпойменную террасу, краевые ледниковые образования и озерно-ледниковые равнины и низины. В пределах рассматриваемой территории развиваются делювиальные смыв, эоловые процессы, частично линейная эрозия, частичное подтопление, обусловленное слабым водообменом в толще моренных глинистых грунтов.

Выводы

Речная долина Немана и прилегающих территорий, в пределах Беларуси, характеризуется динамично развивающимися экзодинамическими процессами, которые оказывают непосредственное влияние на инженерно-геологическое освоение территории. Геоморфологическое строение непосредственным образом влияет на интенсивность инженерного освоения территорий.

Установлено, что для целей инженерно-геологического освоения целесообразно в качестве естественных оснований зданий и сооружений использовать суглинистые, су-

песчаные и песчаные отложения различного генезиса, а также озерно-ледниковые ленточные глины, а широко распространенные на изучаемой территории болотные отложения использовать в качестве естественных оснований крайне нежелательно.

Библиографический список

- Галкин А.Н. Инженерная геология Беларуси. Инженерная геодинамика Беларуси. Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова. 2017. 452 с.
- Колпашиников Г.А. Инженерная геология. Минск: УП «Технопринт», 2005. 126 с.
- Мележ Т.А. Современные природно-техногенные процессы в бассейне реки Неман (на территории Беларуси) // Студенческий географический вестник / Электронный научный журнал. № 3. 2015.
- Мележ Т.А. Инженерно-геоморфологические процессы в пределах крупных речных долин Беларуси (на примере речной долины Немана) // Молодые – наукам о Земле / матер. VIII науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 5–7 апреля 2016. М.: РГГУ им. Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ, 2016. С. 12–14.
- Мележ Т.А. Инженерно-геологические условия долины реки Неман и прилегающих территорий в пределах Беларуси // Вестник ВГУ. Серия Геология. № 2, 2018 а. С. 136–141.
- Мележ Т.А. Районирование долины реки Неман (Республика Беларусь) по особенностям инженерно-геологического строения грунтовой толщи // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Сб. статей / 12-я Межрегиональная науч.-практ. конф. Уфа, 21–23 мая 2018 г. СПб: Свое изд-во, 2018б. С. 390–392.
- Павловский А.И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси. Минск: Навука і тэхніка. 1994. 102 с.
- Современные геологические процессы: карта масштаба 1:3000000 / Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография. 2002. С. 50.
- Современная динамика рельефа Белоруссии / под ред. Б.Н. Гурского, А.В. Матвеева. Минск: Навука і тэхніка. 1991. 102 с.
- Техногенная преобразованность рельефа: карта масштаба 1:3000000 / Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография. 2002. С. 70;
- Трацевская Е.Ю. Закономерности формирования геологических опасностей Беларуси: монография. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. 173 с.
- Устойчивость рельефа к техногенным нагрузкам: карта масштаба 1:3000000 / Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография. 2002. С. 70.
- Экстремальные геологические процессы: карта масштаба 1:3000000 / Национальный атлас Республики Беларусь. Минск: Белкартография. 2002. С. 69.

Engineering-Geomorphological Assessment of Gas-Dynamic Regimes of the Neman River Valley (within Belarus and Adjacent Territories)

T.A. Melezh

Institution of Education Gomel State University named after F. Skarina

104/4-25 Sovetskaya Str., Gomel 246019, Republic of Belarus. E-mail: tatyana.melezh@mail.ru

The article presents an engineering-geomorphological assessment of the geodynamic regimes of the Neman River valley within Belarus and adjacent territories. Exodynamic processes within the floodplain, above-floodplain terraces, on the sides and adjacent flat interfluvies, as well as technogenic processes were studied. Zoning of the valley and adjacent areas was carried out according to the characteristics of engineering development.

Key words: river valley; Neman; exodynamic regimes.

References

- Ekstremalnye geologicheskie protsessy: karta masshtaba 1:3000000 / Natsionalnyy atlas Respubliki Belarus. Minsk, Belkartografiya, 2002, p. 69. (in Russian)
- Galkin A.N. 2017. Inzhenernaya geologiya Belarusi. Inzhenernaya geodinamika Belarusi [Engineering Geology of Belarus. Engineering Geodynamics of Belarus.]. Vitebsk, VGU imeni P.M. Masherova, p. 452. (in Russian)
- Kolpashnikov G.A. 2005. Inzhenernaya geologiya [Engineering Geology]. Minsk, UP Tekhnoprint, p. 126. (in Russian)
- Melezh T.A. 2015. Sovremennyye prirodno-tekhnogennyye protsessy v basseynе reki Neman (na

territorii Belarusi) [Modern natural and technogenic processes in the Neman River basin (on the territory of Belarus)]. *Studencheskiy geograficheskiy vestnik*. n. 3. (in Russian)

Melezh T.A. 2016. Inzhenerno-geomorfologicheskie protsessy v predelakh krupnykh rechnykh dolin Belarusi (na primere rechnoy doliny Nemana) [Engineering and geomorphological processes within the large river valleys of Belarus (on the example of the Neman River valley)]. *In: Juniors to Earth Sciences*. April 5–7, 2016, Moskva, MGRI-RGGRU, pp. 12–14. (in Russian)

Melezh T.A. 2018. Inzhenerno-geologicheskie usloviya doliny reki Neman i privileyushchikh territoriy v predelakh Belarusi [Engineering and geological conditions of the Neman River valley and adjacent territories within Belarus]. *Vestnik VGU. Seriya Geologiya*. 2:136–141. (in Russian)

Melezh T.A. 2018. Rayonirovanie doliny reki Neman (Respublika Belarus) po osobennostyam inzhenerno-geologicheskogo stroeniya gruntovoy tolshchi [Zoning of the Neman River Valley (Republic of Belarus) according to the characteristics of the engineering-geological structure of the soil layer]. *In: Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredelnykh*

territoriy: Sbornik statey. Spb: Svoe izdatelstvo, pp. 390–392. (in Russian)

Pavlovskiy A.I. 1994. Zakonomernosti proyavleniya erozionnykh protsessov na territorii Belarusi [Regularities of erosion processes on the territory of Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika, p. 102. (in Russian)

Sovremennaya dinamika relyefa Belorussii [Modern dynamics of the relief of Belarus] *Eds.* B.N. Gurskiy, A.V. Matveev. Minsk, Navuka i tekhnika, p. 102. (in Russian)

Sovremennye geologicheskie protsessy: karta masshtaba 1:300000. Natsionalnyy atlas Respubliki Belarus. Minsk, Belkartografiya, p. 50. (in Russian)

Tekhnogennaya preobrazovannost relyefa [Technogenic transformation of the terrain]. Karta masshtaba 1:3000000. Natsionalnyy atlas Respubliki Belarus. Minsk, Belkartografiya, p. 70. (in Russian)

Tratsevskaya E.Yu. 2007. Zakonomernosti formirovaniya geologicheskikh opasnostey Belarusi: monografiya [Regularities of the formation of geological hazards in Belarus]. Gomel, GGU im. F. Skoriny, p. 173. (in Russian)

Ustoychivost relyefa k tekhnogennym nagruzkam [Terrain resistance to manmade impact]. Karta masshtaba 1:3000000. Natsionalnyy atlas Respubliki Belarus. Minsk, Belkartografiya, 2002, p. 70. (in Russian)