

УДК 551.2+551.3 (476)

А.В. Матвеев¹, В.П. Зерницкая², Л.А. Нечипоренко³¹*д-р геол.-минерал. наук, проф., академик НАН Беларуси,
главный научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси*²*канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси*³*канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геодинамики
и палеогеографии Института природопользования НАН Беларуси**e-mail: matveyev@ecology.basnet.by¹*

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЛИТОСФЕРНОГО КЛАССА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Проявление на территории Беларуси природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса (экстремальных форм современных геологических процессов) обусловлено комплексом факторов: особенности глубинного геологического строения региона и прилегающих территорий, геофизические поля, физико-химические процессы в недрах Земли, неравномерное вращение Земли; состав отложений верхней части платформенного чехла, генезис и морфология рельефа; климат и хозяйственная деятельность. Результаты исследования могут быть использованы при обосновании мероприятий по снижению неблагоприятных последствий развития геодинамических процессов.

Введение

Как неоднократно отмечалось [1–4], к числу опасностей литосферного класса на территории Беларуси относятся сейсмичность, другие геодинамические проявления в геоактивных зонах, экстремальные формы плоскостной и линейной эрозии временных водотоков, суффозии, карста, дефляции, гравитационных процессов, подтоплений и техногенной преобразованности отложений и рельефа. Эти виды геодинамики наносят определенный ущерб экономике страны и влияют на геоэкологическую обстановку. Для понимания механизма их развития и обоснования мер по минимизации неблагоприятных последствий важное значение имеют исследования факторов, которые обуславливают перечисленные процессы.

Их выявление и систематизация были одной из целей работ, которые выполнялись в Институте природопользования НАН Беларуси в рамках совместного проекта № X15УК/А–009 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Национальной академии наук Украины. Полученные по этому проекту результаты приводятся в данной статье.

Результаты и их обсуждение

Выявление основных факторов развития экстремальных форм современных геологических процессов осуществлялось на основании обобщения опубликованной литературы по проблемам современной геодинамики [1; 2; 4–7], материалов многолетних полевых наблюдений, анализа серии оригинальных карт (морфометрических, современных геологических процессов, активных на современном этапе разломов, топо- и космолинеаментов и др.), составленных под руководством и при участии авторов статьи, наблюдений на геодинамических полигонах [8; 9] и сведений о негативных последствиях влияния реализации природных и природно-антропогенных опасностей на экономику страны и геоэкологическую обстановку [9–13].

Все это позволило сделать выводы о причинах, которые предопределили проявление на относительно выровненной земной поверхности региона, расположенного в пределах древней платформы, экстремальных форм современной геодинамики.

Сейсмичность территории. В относительно слабосейсмичных областях Восточно-Европейской платформы, к которым относится и территория Беларуси, возможная сотрясаемость земной поверхности определяется комплексом факторов [6; 14–16]. В первую очередь, для оценок сейсмического потенциала используются данные о мощности теплового потока, мощности земной коры, высотах рельефа, изостатических аномалиях силы тяжести, глубинах залегания фундамента. По этим данным проводится районирование территории по типам земной коры. Затем, используя сведения об исторических (и зарегистрированных) землетрясениях, в том числе на смежных территориях со сходными типами земной коры, определяются параметры возможных землетрясений. Эти же данные с учетом распространения активных на современном этапе разломов и сведений о сейсмогенерирующих тектонических элементов (для нашего региона таковыми являются грабены в акватории Балтийского моря, Карпатский ороген, границы Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформ, Русской плиты и Балтийского щита, Припятско-Днепровский авлакоген) способствуют выделению зон возможного возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) и определению предполагаемых параметров возможных сейсмических событий.

По результатам выполненных сеймотектонических исследований, в зонах ВОЗ региона сотрясаемость земной поверхности может варьировать от 5 до 7 баллов [6; 15], на остальной территории составляет менее 5 баллов. При оценках интенсивности сейсмических процессов надо также учитывать, что состав покровных отложений может способствовать уменьшению выполненных оценок сейсмического потенциала на 1 балл (на локальных участках выходов на земную поверхность пород фундамента либо гравийно-галечного материала кристаллических пород) либо же увеличению на 1 балл (на площадях распространения рыхлых, влажных и обводненных песков и глинистых отложений). Кроме того, необходимо иметь в виду, что проявлению сейсмических процессов может содействовать формирование значительных дополнительных нагрузок на земную поверхность, возникающих под крупными отвалами пород (особенно в зоне Солигорских комбинатов) либо же на площади крупных водохранилищ. При этом сила возникающих сейсмических событий прямо зависит от мощности отвалов или глубины водохранилищ.

Процессы в геоактивных зонах. Под геоактивными зонами понимаются прежде всего активные на современном этапе разломы и наиболее протяженные топо- и космолинементы. В зонах этих структур сформировались гравитационные, электромагнитные и геохимические аномалии, заметно возрастают скорости современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Как показали работы Р. Г. Гарецкого и Г. И. Каратаева [10; 17], в геоактивных зонах постоянно происходят процессы, которые являются своеобразным аналогом магнитных бурь.

Основными факторами формирования геоактивных зон являются физико-химические процессы в недрах Земли, неравномерное вращение Земли, напряжения, которые передаются со стороны ближайших активных орогенов и некоторых других крупных структур. Эти напряжения приводят к нарушениям целостности горных пород и их смещениям. Кроме того, на активизацию линейных нарушений могли повлиять дополнительные нагрузки на земную поверхность, которые возникали при вторжении покровных оледенений в плейстоцене и при строительстве крупных водоемов, отвалов горных пород, при добыче полезных ископаемых.

Плоскостная и линейная эрозия временных водотоков. Важнейшим фактором проявления этих процессов является деятельность человека, так как в естественных ус-

ловиях гумидного климата лесной зоны развитие эрозии временных водотоков сводится к минимуму. Наряду с антропогенным фактором на эрозию временных водотоков влияют климатические условия, в частности особенности стока талых и дождевых вод, причем максимальный эрозионный эффект наблюдается при интенсивных ливнях и снеготаянии.

Плоскостной смыв при значениях до 2 мм/год вполне компенсируется в результате процессов естественного почвообразования [18]. Поэтому только при значениях выше 2 мм/год начинает снижаться плодородие почв, а при величинах более 4 мм/год этот процесс приобретает характер природно-антропогенной опасности. Такие величины смыва установлены на площадях распространения определенных типов рельефа: Гродненская (до 4,8 мм/год), Волковысская (6,0 мм/год), Новогрудская (5,6 мм/год), Минская (11,2 мм/год), Ошмянская (4,5 мм/год) и Оршанская (8,8 мм/год) возвышенности.

Следовательно, еще одним фактором, определяющим проявление опасных форм плоскостной эрозии, являются особенности рельефа, или, конкретнее, крутизна склонов. Пороговая величина этого параметра, при которой начинается эрозия, может быть весьма различной, что зависит от других сопутствующих факторов. В целом же можно считать, что для проявления экстремальных форм плоскостного смыва уклоны земной поверхности должны превышать 3–5 ° [2; 19].

Значительное влияние на проявление эрозионных процессов оказывает также длина склонов. Чем длиннее склон, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения и высота слоя воды. Особенно резкое усиление эрозии наблюдается с нарастанием длины склонов при увеличении их крутизны, при большом слое осадков и низкой водопроницаемости грунтов.

Еще одним морфометрическим показателем рельефа, предопределяющим активизацию эрозии, является вертикальное расчленение. Максимальные значения этого показателя (более 20–30 м/км²) приурочены к областям распространения краевых ледниковых возвышенностей и гряд. Как отмечалось выше, именно на этих территориях установлены и максимальные величины плоскостного смыва.

В определенной степени на интенсивность развития эрозии влияет экспозиция склонов. Воздействие этого фактора проявляется опосредованно, в связи с различиями микроклимата, почв, растительности, режимов увлажнения, испарения, снеготаяния. Наиболее эродлируемыми считаются склоны южной экспозиции. Способствуют задержке развития водной эрозии определенный состав покровных отложений, их структурные особенности и устойчивость к размыву поверхностными водами. Кроме того, противоэрозионная устойчивость грунтов связана с водопроницаемостью, от которой зависит интенсивность формирования стока. Наиболее высокой водопроницаемостью обладают пески, супеси; хорошей – структурные суглинки и глины, а также глубоко вспаханные, не перенасыщенные водой почвы. Наименее проницаемыми являются суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70 % дождевой и до 90–100 % талой воды.

На противоэрозионную устойчивость отложений несомненное воздействие оказывает их механический и химический состав, физико-химические свойства. Чем больше в почве илистой фракции, гумуса, кальция, тем устойчивее она к смыву. А при повышенных содержаниях пылеватых и мелкопесчаных фракций с пониженным количеством гумуса податливость почв к смыву возрастает.

В результате концентрации стока водных потоков на склонах формируются формы линейной эрозии. Их экстремальные проявления (овраги и балки) развиты в Беларуси на площади около 14 тыс. км² (примерно 6,7 % территории страны). Общее количество оврагов и балок превышает 32 тыс., из них – 13 % – активно развивающиеся овраги [20]. Овраги обычно имеют протяженность в несколько сотен метров (до 1 500 м),

а их глубины варьируют в интервале 2–5 м. Балки имеют более крупные размеры: длина до 2–3 км, глубина 20–30 м. Помимо оврагов и балок деятельность временных линейных водотоков приводит к появлению многочисленных промоин, длина которых измеряется десятками метров (до 100 м), а глубина 1,5 м.

Основными факторами, обуславливающими развитие овражно-балочной эрозии, является крутизна склонов (от 15° и более), антропогенная деятельность и перечисленные выше геолого-геоморфологические особенности территории. Можно предположить, что на отдельных участках на проявление овражной эрозии повлияли геоактивные зоны, а также суффозионные и техногенные процессы.

Суффозия. Развитие этого вида геологических процессов предопределяется действием пассивных и активных факторов. В качестве пассивного фактора выступают отложения, т.е. их особенности и, в частности, карбонатность. Давно известно, что наиболее подверженными суффозии оказываются лессы и лессовидные супеси и суглинки. К природным процессам, способствующим проявлению суффозии, относятся затяжные дожди, сильные ливни, резкое таяние снежного покрова, паводки и наводнения, засухи, обмеление водоемов и водотоков, абразия, речная и овражная эрозия, карст и термокарст. Перечисленные процессы способствуют увеличению скорости подземных вод, появлению потока подземных вод в неводонасыщенных суффозионно неустойчивых породах, повышению агрессивности подземных вод, выходу области суффозионного выноса на контакт с водонасыщенными суффозионно неустойчивыми породами. Кроме того, необходимо иметь ввиду, что при антропогенном изменении гидрологических условий (искусственное орошение, утечка воды из труб и др.) суффозионные процессы могут также резко активизироваться.

Карст. Карст является не очень распространенным, но на локальных участках на территории региона достаточно опасным природным процессом. Проявление карста возможно при наличии определенных литологических, геоморфологических, гидрогеологических, тектонических особенностей, техногенной нагрузки и при условии их определенной комбинации. Среди таких условий (факторов) – наличие карстующихся пород (известняков, доломитов, мела, мергеля); значительная трещиноватость и малая вязкость этих пород, что определяет активную миграцию подземных вод в толще; малая доля песчаной, алевритовой и особенно глинистой примеси в составе карбонатных пород; ровная или слабо наклонная поверхность, на которой поверхностные воды застаиваются и просачиваются внутрь; активные разломы.

Гравитационные процессы. Гравитационные геологические процессы, которые на территории Беларуси могут быть отнесены к категории опасных, предопределяются прежде всего наличием сравнительно крутых склонов (более 15–20 °) и определенным составом отложений. Так, обвалы, оползни чаще происходят на естественных склонах, в строении которых принимают участие глинистые отложения (чаще всего моренные супеси, суглинки, лессовидные супеси и суглинки), а также на отвалах горных пород и стенках крупных карьеров. Помимо этого массовое смещение материалов в районах широкомасштабной добычи и переработки минерального сырья, на урбанизированных территориях проявляется в виде просадок земной поверхности. Например, в пределах Солигорского промузла, где общая протяженность подземных выработок измеряется сотнями километров, отмечается проседание земной поверхности и формирование мульды оседания с плоским дном и пологими бортами глубиной до 3–5 м.

На урбанизированных территориях также получили развитие просадки поверхности в результате откачки грунтовых вод, физического давления зданий и сооружений. К сожалению, специальные наблюдения за такими процессами на территории крупных городов практически не ведутся. Можно только условно предположить, что в районе г. Минска уже сформировалась мульда проседания около 0,5 м.

Подтопления территорий. В целом наводнения не входят в класс литосферных опасностей и рисков, так как это прежде всего гидрологический процесс и основной ущерб от проявления связан с затоплением, подтоплением огромных территорий. Однако эти неблагоприятные гидрологические явления могут стимулировать и преобразования рельефа земной поверхности, активизируя обвально-осыпные, оползневые, просадочные и некоторые другие процессы на бортах долин. Основными причинами, вызывающими катастрофические наводнения, являются обильные осадки, быстрое снеготаяние, увлажненность и глубина промерзания почвы, особенности строения речных долин, хозяйственная особенность территорий, прорывы дамб и плотин и т.д.

Пыльные бури. Пыльная, или песчаная, буря – это перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром в приземном слое воздуха. Важнейшими факторами, обуславливающими проявление экстремальных форм ветровой эрозии, являются сельскохозяйственная освоенность, состав отложений, климатические особенности территории (прежде всего режим выпадения осадков).

Если ветер служит главным агентом формирования процессов дефляции, то распахиваемые покровные отложения оказываются сферой приложения силы действия воздушных потоков, поставляющих необходимый дисперсный материал для развития явления. Так, в пределах Белорусского Полесья почвы, сложенные супесями или песками, занимают 58,5 % от общей площади низменности. На долю торфяно-болотных почв приходится 29,7 % территории [21]. Такая структура покровных отложений способствует интенсивному развитию ветровой эрозии, так как песчаный материал перемещается при значительно меньших скоростях ветра (5–6 м/с), чем частицы торфа (8–9 м/с) [11]. Выносимый песок разрушает поверхностную структуру торфов, после чего дефляция распространяется и на них.

В формировании экстремальных дефляционных процессов значительную роль играет и рельеф. Например, территория Белорусского Полесья представляет собой плоскую пониженную равнину, в пределах которой абсолютные высоты чаще всего варьируют в интервале 135–155 м на западе и 110–130 м на востоке. Вследствие этого ветры здесь не встречают серьезных препятствий, что способствует увеличению их скоростей и при прочих благоприятных условиях усилению дефляционной опасности.

Техногенная преобразованность отложений и рельефа. Установлено, что в городах, вблизи крупных промышленных объектов, в районах свалок, на территориях бывших военных баз, вдоль автомобильных дорог и др. под влиянием техногенных процессов происходит заметное изменение состава покровных отложений. Именно загрязнение на таких участках является характерным примером проявления опасных техногенных процессов. Особенности загрязнения зависят от профиля промышленных предприятий, вида и интенсивности движения транспортных средств, типа свалок и отвалов, частоты аварийных ситуаций и т.д.

Кроме загрязнений территории хозяйственная деятельность человека нередко сопровождается активным и опасным воздействием на земную поверхность, что происходит при различных видах строительства и открытом (карьерном) способе разработки полезных ископаемых. Проявление подобных процессов может понижать устойчивость земной поверхности, а при определенных нагрузках приводить к необратимым изменениям природных комплексов, их уничтожению и формированию техногенных ландшафтов.

После обобщения приведенных выше данных была составлена сводная таблица основных факторов, определяющих интенсивность проявления опасных природных и природно-антропогенных опасных геологических процессов (таблица). В таблице также приводятся наиболее характерные площади и формы проявления процессов, данные по интенсивности их воздействия на земную поверхность.

Таблица. – Основные факторы, предопределяющие интенсивность проявления природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса

Вид процесса	Определяющие факторы	Формы проявления	Интенсивность процесса	Площади (районы) проявления
1	2	3	4	5
Сейсмические процессы	Мощность теплового потока; мощность земной коры; высоты рельефа; изостатические аномалии силы тяжести; глина залегания фундамента; активные разломы; сейсмогенерирующие тектонические элементы; состав покровных отложений; техногенные нагрузки на дневную поверхность	Сотрясаемость земной коры	До 5–7 баллов Менее 5 баллов	Зоны ВОЗ Остальная территория региона
Другие геодинамические проявления в геоактивных зонах	Физико-химические процессы в недрах Земли; периодическая смена скоростей вращения Земли; напряжения со стороны ближайших активных орогенов и других крупных структур и т.д.	Разрушение целостности горных пород; смещение поверхностей и слоев, формирование газодопроницаемых зон; аномалий геофизических, геохимических полей; возрастание скоростей вертикальных и горизонтальных движений земной коры; поднятие магнитных бурь и др.	Увеличение в 2 и более раз концентрации отдельных элементов в покровных отложениях; рост до 20–50 мм/год скоростей вертикальных и горизонтальных движений земной коры; постоянное проявление магнитных бурь и др.	Зоны активных разломов, наиболее протяженных топо- и космолинеаментов

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Плоскостная эрозия (делювиальный смыв)	Хозяйственная деятельность; климат (режим осадков); особенность покровных отложений и рельефа	Смыв покровных отложений временными потоками на обрабатываемых склоновых породах	Смыв свыше 4 мм/год (до 8–11 мм/год)	Краевые ледниковые выщелочения; отдельные участки равнин, сложенных лессовидными отложениями
Линейная эрозия временных водотоков	Уклоны земной поверхности круче 15°–20°, длина склонов, глубина и густота расчленения рельефа, состав покровных отложений, хозяйственная деятельность, карст, суффозия	Размыты покровных отложений временными ливневыми водными потоками и формирование комплекса эрозионных форм	Овраги, балки: плотность 1–5 ед/км ² (до 7–10 ед/км ²) глубина 5–20 м, длина до 3–4 км	Краевые ледниковые выщелочения; участки Могилевской и Горецкой равнин; прибортовые части речных долин Днепра, Зап. Двины, Березины, Сожа и др.
Суффозия	Состав отложений (лессовидные супеси и суглинки); атмосферные осадки; хозяйственная деятельность; овражная эрозия	Вынос мелкозема и выщелачивание отложений при инфильтрации поверхностных и движущихся подземных вод; формирование западин, воронок и т.д.	Западины, воронки: глубина 0,1–1,5 м (до 3 м), диаметр 30–50 (до 120 м), плотность форм 10–40 ед/км ² (до 70–80 ед/км ²)	Ошмянская, Минская, Новогрудская возвышенности; Горецкая, Могилевская, Костоковичская равнины, Ошмянская и Копыльские гряды и др.
Карст	Залегающие вблизи земной поверхности карбонатные породы (известняки, доломиты, мел); атмосферные осадки; подземный сток; выположенный рельеф; хозяйственная деятельность; активные разломы	Растворение пород поверхностными и подземными водами и формирование западин, воронок, поноров, котловин	Западины, воронки: глубина 0,1–1,5 м, диаметр 30–50 м, плотность до 10–20 ед/км ² ; котловины: глубина до 20–30 м, диаметр до 1–2 км	Междуречья Днепра и Друти, Ясельды и Бобрика; левобережье Сожа, левобережье верхней Припяти и др.

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Гравитационные процессы	Крутизна склонов более 15–20 °; состав покровных отложений, их обводненность; хозяйственная деятельность; техногенные нагрузки, подземные выработки; водопонижение в местах забора подземных вод	Смещение пород под влиянием силы тяжести; формирование обвалов, осыпей, оползней, западин, мутьев оседания	Объемы смещаемых пород до 2–3 тыс. м ³ ; шлейфы подножий склонов мощностью до 2–3 м; западины: глубина 0,5–2,0 м (до 5–7 м), диаметр единичных форм – десятки метров	Борта речных долин, карьеров, оврагов, холмы и гряды Солигорский промрайон; крупные города
Наводнения	Обильное или быстрое выпадение дождевых осадков; накопление снега и быстрое снеготаяние; рельеф водосбора; строение речных долин; хозяйственная деятельность	Активизация гравитационных процессов на бортах долин; формирование промоин; заиление мелиоративных систем; подтопление населенных пунктов; формирование плавунув, просадок	Переработка крутых берегов долин на протяжении десятков километров; заиление мелиоративных систем на площади десятков (до ста) км ² ; просадки глубиной до 3–5 м и диаметром до 10–30 м	Наиболее крупные реки Беларуси
Пыльные бури	Состав покровных отложений; скорости ветра; хозяйственная деятельность; особенности рельефа	Эоловые аккумулятивные формы, котловины и западины выдувания; заиление водоемов и водотоков	Снос отложений интенсивностью до 10–100 т/км ² и более	Отдельные районы Белорусского Полесья и Поозерья
Техногенная преобразованность отложений и рельефа	Выбросы промышленных предприятий и транспортных средств; коммунальные отходы; перемещение покровных отложений при вспашке, добыче полезных ископаемых; строительстве котлованов, дорог, свалок, каналов и т.д.	Техногенное перемещение грунтов, формирование техногенного рельефа и геохимических аномалий	Перемещение грунтов объемом от десятков до сотен м ³ /км ² (единично до нескольких миллионов м ³ /км ²); формирование рельефа, по параметрам иногда превосходящего естественные образования; появление аномальных концентраций отдельных элементов и соединений, превышающих ПДК в 2 раза и более	Крупные населенные пункты, районы горнодобывающей и химической промышленности, гидротехнического строительства; транспортные магистрали и т.д.

Заключение

1. Экстремальные формы современных геологических процессов рассматриваются в качестве природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса в связи с тем, что их проявление может наносить определенный экологический ущерб, деформировать природные комплексы и влиять на геоэкологическую обстановку.

2. Одним из важнейших факторов, предопределяющих развитие экстремальных форм геодинамики, относится хозяйственная деятельность, с которой прежде всего непосредственно связано не только проявление техногенного типа опасностей литосферного класса, но и развитие многих видов экзогенных и некоторых эндогенных процессов.

3. На проявление экзогенных процессов активно воздействуют генезис и состав покровных отложений, особенности рельефа, климата и реже тектонические особенности территории.

4. Среди факторов, обуславливающих развитие эндогенных опасностей, главными можно считать особенности глубинного геологического строения, физико-химические процессы в недрах Земли, наличие сейсмогенерирующих элементов как в пределах изученного региона, так и на прилегающих территориях, состав покровных отложений, особенности вращения Земли.

5. Проявление техногенных опасностей литосферного класса зависит от хозяйственной деятельности человека (сельское хозяйство, различные отрасли промышленного производства, строительство и т.д.).

Полученные результаты по исследованиям факторов, предопределяющих возможное проявление природных и природно-антропогенных опасностей литосферного типа, могут быть использованы для разработки мер по ограничению неблагоприятных последствий их развития.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная динамика рельефа Белоруссии / под ред. Б. Н. Гурского, А. В. Матвеева. – Минск, 1991. – 102 с.
2. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев. – Минск : Наука і тэхніка, 1990. – 144 с.
3. Матвеев, А. В. Особенности современного морфогенеза на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Вопр. географии. Сб. 140 : Современ. геоморфология.* – М., 2015. – С. 380–385.
4. Матвеев, А. В. Классификация природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса / А. В. Матвеев // *Літасфера.* – 2017. – № 1(46). – С. 98–106.
5. Сейсмоструктура Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // *Літасфера.* – 1997. – № 7. – С. 5–18.
6. Аронова, Т. И. Особенности проявления сейсмоструктурных процессов на территории Беларуси / Т. И. Аронова // *Літасфера.* – 2006. – № 2 (25). – С. 103–110.
7. Матвеев, А. В. Интегральная оценка особенностей проявления современных экзогенных геологических процессов на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Природопользование.* – 2014. – Вып. 25. – С. 131–138.
8. Никонов, А. А. Современные и позднеголоценовые движения земной коры в юго-восточной Балтике – переходной зоне от Фенноскандинавского щита к Русской плите / А. А. Никонов, С. В. Энман, Л. Д. Флейфель // *Физика Земли.* – 2009. – № 8. – С. 51–65.
9. Матвеев, А. В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон. – Минск, 2013. – 191 с.

10. Гарецкий, Р. Г. Тектонофизическая модель геопатогенных зон литосферы Беларуси / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии : материалы междунар. науч. конф. : в 2 т. – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 232–234.
11. Жилко, В. В. Ветровая эрозия почв и борьба с ней / В. В. Жилко, Л. М. Ярошевич // Проблемы Полесья. – 1974. – Вып. 3. – С. 94–111.
12. Чистик, О. В. Деградация почв вследствие проявления водно-эрозионных процессов / О. В. Чистик // Региональные проблемы экологии: пути решения : материалы IV междунар. экол. симп. : в 3 т. – Новополоцк, 2007. – Т. 1. – С. 260–264.
13. Жилко, В. В. Водная и ветровая эрозия / В. В. Жилко. – Минск, 1986. – 55 с.
14. Карта общего сейсмического районирования запада Восточно-Европейской платформы / А. Г. Аронов [и др.] // Геология Беларуси. – Минск, 2001. – С. 634.
15. Сейсмотектоника Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // Літасфера. – 1997. – № 7. – С. 5–18.
16. Уломов, В. И. Сейсмогеодинамика и вероятностное сейсмическое районирование Северной Евразии / В. И. Уломов, Л. С. Шумилина // Геофизика на рубеже веков : избр. тр. ученых ОИФЗ РАН. – М., 2000. – С. 216–252.
17. Гарецкий, Р. Г. О постановке геолого-геофизических исследований в геопатогенных зонах / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Літасфера. – 2012. – № 2 (37). – С. 83–94.
18. Эрозионные процессы / под ред. Н. И. Маккавеева, Р. С. Чалова. – М. : Мысль, 1984. – 256 с.
19. Жилко, В. В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование / В. В. Жилко. – Минск : Ураджай, 1976. – 168 с.
20. Павловский, А. И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси / А. И. Павловский. – Минск, 1994. – 106 с.
21. Ярошевич, Л. М. Факторы проявления и меры борьбы с дефляцией торфяно-болотных почв / Л. М. Ярошевич, В. В. Жилко, Н. Ф. Кислов // Проблемы Полесья. – 1981. – Вып. 7. – С. 112–119.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 23.01.2018

Matveyev A.V., Zernitskaya V.P., Nechiporenko L.A. Main Factors of the Development of Dangerous Natural and Natural-Anthropogenic Processes of the Lithospheric Class on the Territory of Belarus

The development of natural and natural-anthropogenic dangers of the lithospheric class (extreme forms of modern geological processes) on the territory of Belarus is caused by a number of factors which can be generally divided into the following groups – the features of the deep geological structure of the region and the adjacent territories; geophysical fields; physicochemical processes in the bowels of the earth and uneven rotation of the Earth; the composition of deposits of the upper part of the platform cover, the genesis and morphology of the relief; climate and economic activity. The above factors can be considered while rational for the actions to reduce the adverse consequences of geodynamic process development.