

УДК 551.4/.4:502.313 (476.2)

А. В. Матвеев¹, В. П. Зерницкая²

¹д-р геол.-минерал. наук, проф., академик НАН Беларуси,
гл. науч. сотрудник лаб. геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси

²канд. геогр. наук, ведущий науч. сотрудник лаб. геодинамики и палеогеографии
Института природопользования НАН Беларуси
e-mail: ¹matveyev@ecology.basnet.by; ²valzern@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ НА СТЕПЕНЬ КОМФОРТНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

На основании построенных схем современных геологических процессов и выполненных в баллах оценок неблагоприятных последствий их проявления проведено районирование территории с выделением и краткой характеристикой площадей с относительно высокой (20 баллов и менее), умеренной (21–30), пониженной (31–40), низкой (41–50) и весьма низкой (более 50 баллов) степенями комфортности среды обитания для населения.

Введение

Геозоологические последствия проявления современной геодинамики и некоторых особенностей геологического строения на территории Беларуси рассмотрены в ряде публикаций [1–5 и др.]. Однако эти работы нередко имеют достаточно общий характер, в них анализируются проявления только отдельных факторов (зоны разломов, неустойчивые грунты, сейсмичность, эрозия), а вопросам картографирования уделяется недостаточно внимания.

Более комплексный подход к проблеме был предпринят в 2016–2018 гг. при выполнении в Институте природопользования НАН Беларуси исследований по территории западной части Белорусского Полесья [6].

Как продолжение этих работ с 2019 г. начато изучение восточной части Полесского региона.

Полученные результаты по одному из направлений уже выполненных исследований представлены в статье.

Материалы и методы

На территории Полесья, судя по результатам выполненных работ и публикациям [1; 7; 8], определенную трансформацию земной поверхности и покровных отложений вызывают разнообразно проявляющиеся современные геологические процессы, экстремальные формы которых могут наносить материальный ущерб, влиять на условия жизнедеятельности населения, размещение объектов хозяйствования и т. д. Интенсивность и формы подобного воздействия варьируют по территории в зависимости от природных условий и уровня экономического развития региона.

К числу наиболее активно проявляющихся факторов дестабилизации природных комплексов относятся: из эндогенного класса процессов – сейсмичность (возможны сотрясения земной коры до 7 баллов), движения и флюидодинамика в зонах активных разломов и протяженных топо- и космолинеаментов, из экзогенного класса – плоскостная эрозия (до 7,2 мм/год), оврагообразование, дефляция, суффозия, обвалы и оползни, подтопление и болотообразование, из техногенного класса – перемещение грунтов и пород

в районах развития горнодобывающей промышленности, крупных строительных объектов и др.

Комплексное проявление геодинамических факторов привело на отдельных участках к формированию бэдленда, ряд территории исключен из нормального использования из-за существенного химического (включая и радиационное) загрязнения. Вдоль разломов и протяженных топо- и космолинеаментов сформировались опасные зоны из-за существенных геодинамических подвижек, аномалий геофизических полей и концентраций радона в почвенном воздухе. На площадях интенсивных проявлений болотообразовательных процессов и подтоплений также заметно ухудшаются условия хозяйствования и жизни населения.

Чтобы уточнить общую степень дискомфорта, вызываемую проявлением современных геологических условий на территории восточной части Белорусского Полесья, проведен расчет в баллах влияния основных факторов дестабилизации на среду обитания человека. Для этого с использованием ранее выполненных работ [6] оценивалась роль геологических процессов и отдельных особенностей строения недр в деформации природных комплексов и сельхозугодий, ухудшении здоровья населения, ограничении возможностей строительства новых промышленных объектов, микрорайонов и т. д. Кроме того, ориентировочно определялись размеры необходимых материальных затрат для реабилитации нарушенных территорий.

При проведении расчетов учитывались продолжительность проявления факторов (1 балл – раз в десятилетие и реже; 2 – сезонная, раз в несколько лет; 3 – постоянная) и степень интенсивности воздействия (1 балл – незначительная; 2 – умеренная; 3 – повышенная; 4 – значительная; 5 – весьма значительная). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Суммируя данные таблицы, можно получить следующие балльные значения влияния каждого из процессов и геологических особенностей на среду обитания населения: сейсмичность – 6–10; геодинамические процессы в зонах разломов – 21; топо- и космолинеаментов – 12; овражная эрозия – 8–11; плоскостная эрозия – 5; дефляция – 7; подтопление и затопление территорий – 8; заболачивание – 9; болотообразовательные процессы – 12; гравитационные процессы – 5–7; карст – 7; суффозия – 7; интегральная оценка интенсивности техногенных процессов более 300 т/км²/год – 8; накопление промышленных отходов более 1 млн т – 14; проявление комплекса техногенных и техногенно обусловленных процессов – 13; радоноопасность территории – 8; геохимические аномалии – 15–23.

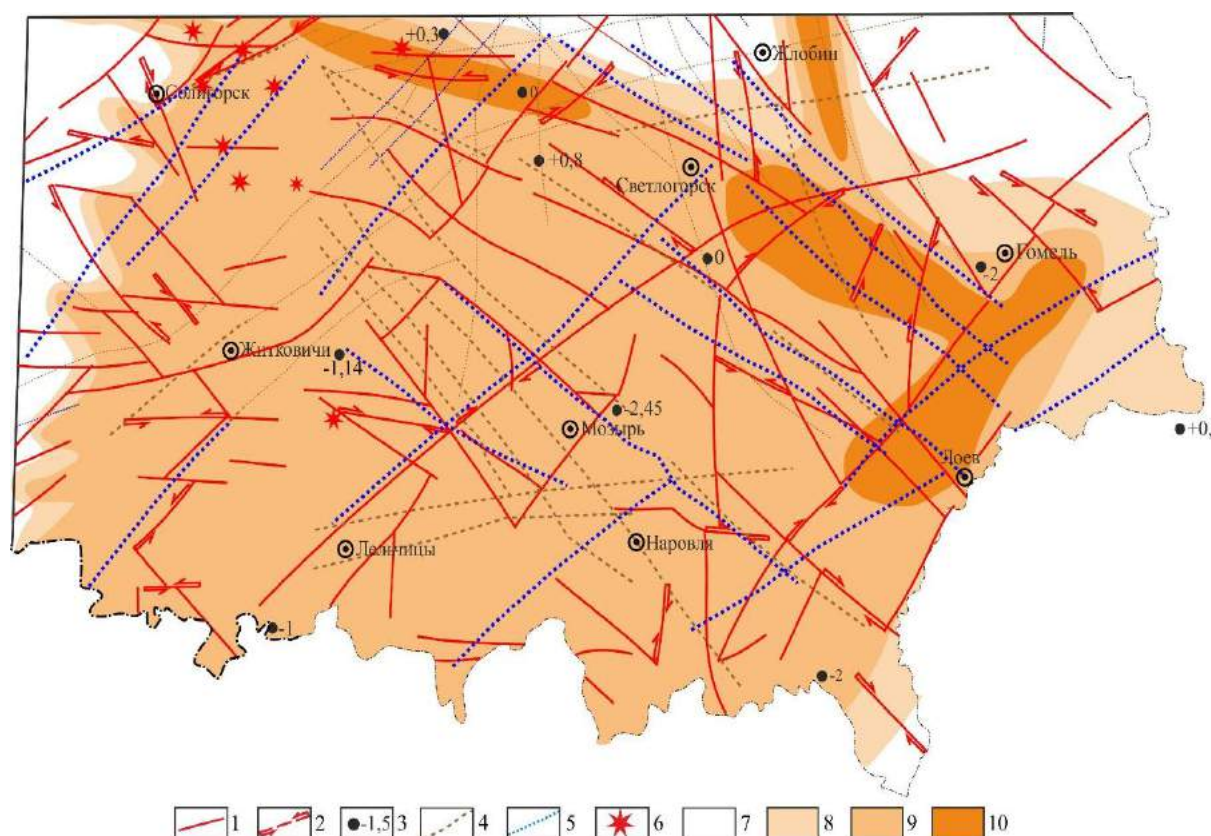
Результаты и их обсуждение

При проведении районирования территории по степени ее комфортности для населения были построены схемы современных геологических процессов (рисунки 1, 2). Отдельно в пределах границ изученной территории составлялась схема квадратов площадью 400 км² каждый. Всего выделено 130 таких квадратов, в пределах которых с использованием таблицы 1 оценивалось возможное влияние основных геологических факторов на среду обитания человека. Для этого использовались не только характеристики процессов, но и площади их развития в пределах квадратов. Затем получаемые цифры суммировались, их значения относились к центрам квадратов и по ним строились изолинии балльных оценок, которые варьируют от 10–20 до 50–58. После этого на основе анализа рубежей, на которых происходят наиболее заметные изменения последствий проявления современной геодинамики и геологических условий, были выделены пять градаций территории с различной степенью комфортности: относительно высокая (20 и менее баллов), умеренная (21–30), пониженная (31–40), низкая (41–50)

и весьма низкая (более 50 баллов) (рисунок 3). Основные особенности проявления геологических процессов на этих типах территории приведены в таблице 2.

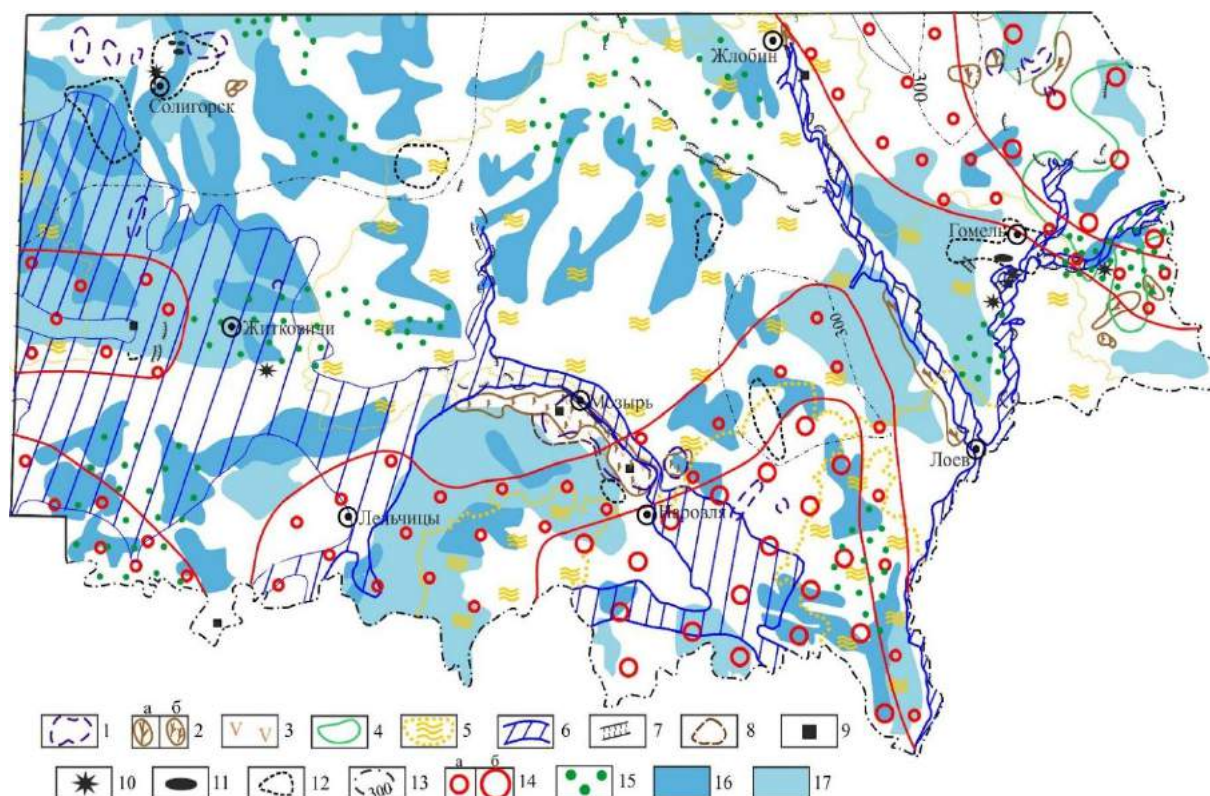
Наиболее благоприятные для проживания и трудовой деятельности населения площади (относительно высокая степень комфортности), балльная оценка которых варьирует в интервале 10–20 баллов, занимают около 16 % поверхности региона. Самый крупный участок таких площадей расположен в центральной части восточного Полесья, примерно между д. Симоновичи Лельчицкого района – д. Челюшевичи Петриковского района – устьем р. Орессы – д. Клинск Калинковичского района – д. Давыдовичи Светлогорского района – г. п. Паричи – д. Дмитровичи Глусского района – северным побережьем оз. Червоное – д. Михедовичи Петриковского района.

Небольшие площади с относительно благоприятной геоэкологической обстановкой выделены также в районе г. п. Красная Слобода, южнее Жлобина, южнее и юго-восточнее Ельска, в крайней юго-восточной части региона вдоль Государственной границы Республики Беларусь с Украиной и Россией.



1 – высокие градиенты скоростей вертикальных движений земной коры в зонах активных разломов; 2 – участки проявления горизонтальных движений; 3 – отдельные значения скоростей вертикальных движений, мм/год; 4 – геодинамические процессы в зонах наиболее протяженных космолинеаментов; 5 – геодинамические процессы в зонах тополинеаментов; 6 – эпицентры землетрясений; 7 – территории, в пределах которых возможны проявления сейсмических процессов интенсивностью менее 5 баллов; 8 – территории, в пределах которых возможны проявления сейсмических процессов интенсивностью 5–6 баллов; 9 – территории, в пределах которых возможны проявления сейсмических процессов интенсивностью 6–7 баллов; 10 – территории, в пределах которых возможны проявления сейсмических процессов интенсивностью 7 баллов [9–11]

Рисунок 1. – Современные эндогенные геологические процессы на территории восточной части Белорусского Полесья



- 1 – плоскостная эрозия (более 4 мм/год); 2 – овражная эрозия (а – средней и малой интенсивности, б – интенсивная); 3 – суффозия (количество западин – более 10 шт/км²); 4 – потенциальное проявление карстовых процессов; 5 – экстремальные проявления дефляции; 6 – площади затопления и подтопления при паводках; 7 – гравитационные процессы (обвалы, оползни, осыпи); 8 – потенциальные проявления гравитационных процессов; 9 – крупные карьеры; 10 – свалки; 11 – отвалы горной породы; 12 – проявление комплекса техногенных и техногенно обусловленных процессов; 13 – интегральная оценка интенсивности проявления техногенных процессов (более 300 т/км²/год); 14 – геохимические аномалии (а – умеренноопасные, б – опасные); 15 – потенциально радоноопасные территории на отдельных площадях; 16 – болотообразовательные процессы; 17 – заболоченность территории

Рисунок 2. – Современные экзогенные и техногенные геологические процессы на территории восточной части Белорусского Полесья

Таблица 1. – Факторы, влияющие на комфортность геологической среды для населения

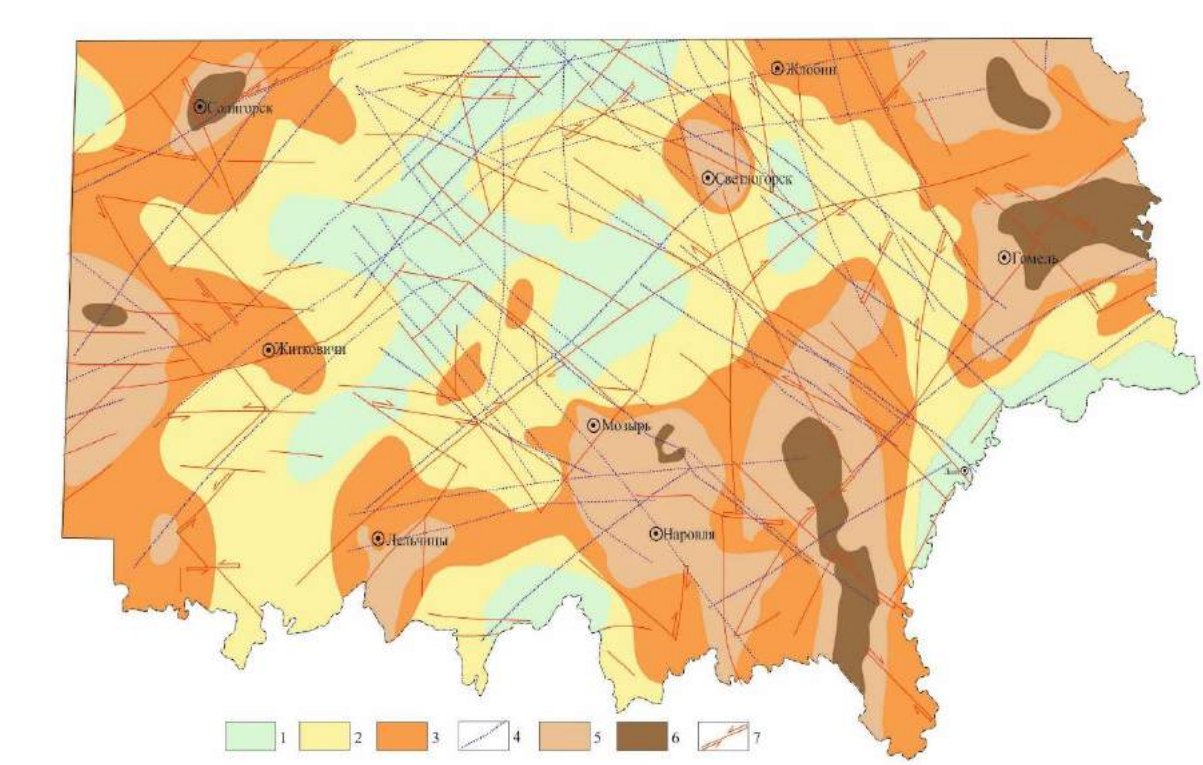
Факторы, влияющие на степень комфортности среды	Оценка последствий проявления факторов, балл				
	Повторяемость воздействия	Вызываемые нарушения природных комплексов и сельхозугодий	Влияние на здоровье населения	Влияние на размещение промышленных объектов	Материальные затраты, необходимые для минимизации неблагоприятных проявлений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1. Сейсмичность					
до 5 баллов	2	1	1	1	1
до 6 баллов	1	2	1	2	2
до 7 баллов	1	2	1	3	3
2. Геодинамические процессы в зонах активных разломов	3	3	5	5	5
3. Наиболее протяженные космо- и тополинеаменты	3	2	2	3	2
4. Овражная эрозия					
средней и малой интенсивности	2	2	–	2	2
интенсивная	2	3	–	3	3
5. Плоскостная эрозия 4 мм/год и более	2	1	–	–	2
6. Пыльные бури	2	2	1	–	2
7. Геологические процессы при затоплении и подтоплении территории	2	1	1	2	2
8. Процессы заболачивания	3	1	1	2	2
9. Болотообразовательные процессы	3	1	2	3	3
10. Гравитационные процессы					
реальные	2	1	–	2	2
потенциальные	2	–	–	2	1
11. Карст потенциальный	2	–	–	3	2
12. Суффозия	2	2	–	1	2
13. Интенсивность проявления техногенных процессов (более 300 т/км ² /год)	3	1	–	2	2

Окончание таблицы 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
14. Площади накопления промышленных и бытовых отходов (более 1 млн т)	3	3	3	1	4
15. Проявление комплекса техногенных и техногенно обусловленных процессов	3	3	2	2	3
16. Потенциально радоноопасные территории на отдельных площадях	3	1	2	1	1
17. Геохимические (техногенные) аномалии покровных отложений					
умеренноопасные (1–5 Ки/км ²)	3	3	3	3	3
опасные (10–15 Ки/км ² и более)	3	5	5	5	5

Таблица 2. – Особенности площадей с различной степенью комфортности геологической среды для населения

Степень комфортности	Оценка, балл	Проявление неблагоприятных геологических процессов и условий
Относительно высокая	20 и менее	Невысокая интенсивность гравитационных, дефляционных и техногенных процессов, локальные аномалии радона в почвенном воздухе, потенциальная сейсмичность – до 5 баллов, реже 6 баллов
Умеренная	21–30	Болотообразовательные процессы, подтопление, гравитационное смещение грунтов на склонах речных долин, пыльные бури, локальные аномалии радона в почвенном воздухе, на отдельных участках умеренноопасные концентрации Cs-137 в покровных отложениях, потенциальная сейсмичность – до 5, реже 6 баллов
Пониженная	31–40	Болотообразовательные процессы разной интенсивности, подтопление, пыльные бури, локальное развитие овражной эрозии, гравитационного смещения отложений на склонах, умеренноопасные и локально опасные концентрации Cs-137 в покровных отложениях, на отдельных участках аномалии радона в почвенном воздухе, потенциальная сейсмичность – 5–6, местами 7 баллов
Пониженная в зонах протяженных топо- и космолинементов		Аномалии электромагнитных полей, подъем к земной поверхности минерализованных вод, локальные повышения скоростей вертикальных движений земной коры, повышение на 1 балл фоновых значений потенциальной сейсмичности
Низкая	41–50	Интенсивное проявление эрозионных процессов, на отдельных площадях потенциальное развитие карста, болотообразовательные процессы разной интенсивности, подтопление, пыльные бури, гравитационные процессы, значительные техногенные нагрузки, умеренноопасные и опасные концентрации Cs-137 в покровных отложениях, локальные аномалии радона в почвенном воздухе, потенциальные проявления сейсмичности – до 5–6, местами до 7 баллов
Весьма низкая	более 50	Опасные аномалии Cs-137 в покровных отложениях, интенсивное проявление техногенных, болотообразовательных процессов, повышенные концентрации радона в почвенном воздухе, пыльные бури, потенциальная сейсмичность – 5–6, участками до 7 баллов
Весьма низкая в зонах активных разломов		Комплексные геохимические аномалии, повышенные концентрации радона, тяжелых металлов, Cs-137 в покровных отложениях, проявление горизонтальных движений земной коры, увеличение скоростей вертикальных движений, выходы на земную поверхность минерализованных вод, потенциальная сейсмичность – 5–6 баллов, участками 7 баллов



1 – *относительно высокая (менее 20 баллов); 2 – умеренная (20–30); 3 – пониженная (31–40); 4 – пониженная в зонах топо- и космолинеаментов; 5 – низкая (41–50) 6 – весьма низкая (более 50); 7 – весьма низкая в зонах активных разломов*

Рисунок 3. – Районирование территории восточной части Белорусского Полесья по степени комфортности экологической безопасности геологической среды для населения

На перечисленных участках с поверхности залегают флювиогляциальные, местами моренные и краевые ледниковые образования, в понижениях – аллювиальные, озерно-аллювиальные отложения и болотные комплексы. Современные геологические процессы в основном имеют невысокую интенсивность и развиты на локальных площадях. Их неблагоприятные последствия не наносят существенного материального ущерба и могут быть заметно ограничены при соблюдении общепринятых норм землепользования, строительства и эксплуатации жилых и производственных комплексов.

Площади с умеренной степенью комфорта для населения (21–30 баллов) занимают 27 % поверхности региона, в основном в его центральной части. Самый крупный контур рассматриваемых территорий объединяет два участка, соединенных узкой полосой, вытянутой от д. Симоновичи Лельчицкого района на г. Петриков. Западная часть этого контура простирается извилистой полосой от д. Глушкевичи Лельчицкого района в северном направлении до границы региона. Восточная часть преимущественно расположена в правобережье Днепра между населенными пунктами д. Страдубка Лоевского района – западнее Жлобина – западнее Октябрьского – севернее Калинковичей – западнее г. Петрикова – северо-западнее Ельска – восточнее Речицы – д. Страдубка. Кроме этого, выделено также несколько небольших по площади участков с умеренной благоприятной геоэкологической обстановкой в юго-восточной, южной и северо-западной частях региона.

На всех перечисленных площадях с поверхности залегают озерно-аллювиальные, флювиогляциальные, нередко заболоченные отложения, локально – моренные и краевые ледниковые образования. Современные преобразования земной поверхности происходят

под влиянием умеренной интенсивности болотообразовательных, дефляционных процессов, смещения грунтов на склонах речных долин, на отдельных участках выделены умеренноопасные концентрации Cs-137, радона в почвенном воздухе и потенциальная сейсмичность до 5, реже 6 баллов. Проявление современной геодинамики и некоторые особенности геологического строения могут нанести определенный материальный ущерб или усложнять отдельные виды хозяйственной деятельности. Однако неблагоприятные проявления геологических факторов вполне могут быть минимизированы при рациональном использовании природных ресурсов, применении современных промышленных и агротехнических технологий, комплексной экологической обоснованности хозяйственных проектов.

Пониженная степень комфортности геологических условий для населения (31–40 баллов) выявлена примерно на 31 % всей территории региона. Подобные условия встречаются практически повсеместно, окаймляя чаще всего в виде полосы разной ширины участки с оценкой степени благоприятности более 40 баллов. На характеризующих площадях состав покровных отложений довольно пестрый, среди них в разных сочетаниях представлены флювиогляциальные, озерно-аллювиальные, краевые ледниковые, моренные отложения и торф. Современные геологические процессы проявляются в основном с умеренной интенсивностью, но на отдельных участках сформировались умеренноопасные, а локально опасные аномалии Cs-137, радона в почвенном воздухе, местами существует вероятность проявления сейсмичности до 7 баллов. Относимые к этой категории земель зоны топо- и космолинеаментов характеризуются раздробленностью горных пород, подъемом ближе к земной поверхности минерализованных вод, некоторым возрастанием скоростей неравномерных движений земной коры.

Проявление современной геодинамики на площадях с пониженной степенью комфортности для населения может вызывать деградацию природных комплексов, наносить материальный ущерб, неблагоприятно влиять на здоровье населения. Для минимизации этих последствий необходимо разработать и реализовать региональные и районные программы рационального природопользования, в которых необходимо предусмотреть определенные материальные расходы на улучшение природной среды, усиление медицинского контроля за здоровьем населения.

На территории с низкой степенью комфортности геологической среды для населения приходится 20 % площади региона. Наиболее крупные участки этих площадей выделены к западу и северу от Давид-Городка, в районе Мозыря – Наровли, по линии Добруш – Гомель – Ветка; в крайней северо-восточной части региона, в районе Солигорска, Светлогорска, Лельчиц, по линии Хойники – Речица – Брагин и др. На этих территориях на земной поверхности распространены флювиогляциальные, краевые ледниковые, озерно-аллювиальные, аллювиальные и болотные отложения. Интенсивно проявляется комплекс экзогенных процессов, сформировались значительные техногенные нагрузки на земную поверхность, существуют умеренно опасные и опасные концентрации Cs-137, радоновые аномалии, возможно проявление сейсмичности до 6–7 баллов. Для снижения неблагоприятных последствий проявления современной геодинамики необходима разработка и реализация программ рационального природопользования, существенные материальные затраты, составление на особенно опасных площадях экологических паспортов районов, отдельных предприятий и населенных пунктов, постоянный мониторинг здоровья населения, запрещение (постоянное или на определенный срок активного освоения природных ресурсов, ограничение другой хозяйственной деятельности).

Наиболее неблагоприятные условия для жизнедеятельности населения сложились примерно на 6 % поверхности региона. Подобные площади выделены в районе Солигорска, между Гомелем – Веткой – Добрушем – юго-восточнее Чечерска, западнее

Микашевичей, между Хойниками и Брагиным. На этих участках с поверхности залегают аллювиальные, озерно-аллювиальные и болотные отложения, реже и локально – ледниковые комплексы. К этой категории земель относятся также зоны активных разломов.

На территории с весьма низкой степенью комфортности для населения особенно активно проявляются эндогенные и техногенные процессы, приведшие к формированию опасных геохимических (включая и Cs-137) и геофизических аномалий, проявление активных горизонтальных и вертикальных движений земной поверхности, сформировались выходы на земную поверхность минерализованных вод, заметно повышена фоновая заболеваемость населения. В результате на этих территориях должно быть ограничено длительное пребывание населения, заметно сокращена хозяйственная деятельность, необходим постоянный мониторинг природных условий, сформировавшихся геохимических и геофизических аномалий, репрофилирование имеющихся здесь строений и т. д. На каждом из выявленных участков необходимо установить специальные предупреждающие знаки, составить экологические паспорта этих площадей. Для снижения дискомфорта для населения на этих участках, несомненно, необходимо строго выполнять существующие программы их реабилитации.

Заключение

На основании построенных для восточной части Полесья схем современных эндогенных, экзогенных и техногенных геологических процессов рассчитаны балльные оценки неблагоприятных последствий их проявления, проведено районирование территории по степени комфортности среды для жизнедеятельности населения.

Наиболее благоприятные площади для населения (10–20 баллов) занимают около 16 %; площади с умеренной степенью комфорта (21–30 баллов) – 27 %; площади с пониженной степенью комфорта (31–40 баллов) – 31 %; площади с низкой степенью комфорта (41–50 баллов) – 20 %; с весьма низкой (более 50 баллов) – 6 % исследованной территории.

Для наиболее неблагоприятных для населения участков геологической среды необходимо разработать и внедрить комплексы специальных мероприятий по снижению материальных потерь от проявления современной геодинамики и улучшению геоэкологической обстановки, строго выполнять существующие программы реабилитации загрязненных территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная динамика рельефа Белоруссии / под ред. Б. Н. Гурского, А. В. Матвеева. – Минск, 1991. – 102 с.
2. Гарецкий, Р. Г. О постановке геолого-геофизических исследований в геопатогенных зонах / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Літасфера. – 2012. – № 2 (37). – С. 83–94.
3. Гарецкий, Р. Г. Основные проблемы экологической геологии / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев // Геоэкология. – 1995. – № 1. – С. 28–55.
4. Матвеев, А. В. Районирование территории Беларуси по возможным последствиям проявления природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса / А. В. Матвеев // Докл. НАН Беларуси. – 2018. – Т. 62, № 3. – С. 329–34.
5. Геоэкология Минского региона / В. Н. Губин [и др.]. – Минск, 2015. – 116 с.
6. Матвеев, А. В. Районирование территории западной части Белорусского Полесья по степени комфортности геологической среды для населения / А. В. Матвеев // Природопользование. – 2019. – № 1. – С. 154–162.
7. Матвеев, А. В. Геоактивные зоны на территории Беларуси / А. В. Матвеев // Літасфера. – 2015. – № 1 (42). – С. 64–70.

8. Матвеев, А. В. Особенности современного морфогенеза на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Вопр. географии. Сб. 140 : Современ. геоморфология.* – М., 2015. – С. 380–395.

9. Сейсмотектоника Беларуси и Прибалтики / Р. Е. Айзберг [и др.] // *Литасфера.* – 1997. – № 7. – С. 5–18.

10. Аронова, Т. И. Особенности проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси / Т. И. Аронова // *Литасфера.* – 2006. – № 2 (25). – С. 5–18.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 11.02.2020

Matveyev A. V., Zernitskaya V. P. Effect of the Recent Geodynamic Processes on the Degree of Comfort Conditions for the Population Living in the Geological Environment of the Eastern Part of the Belarusian Polesye Area

The schematic diagram of the recent geological processes compiled and the estimates of their geoecological consequences scored in points were used to subdivide the territory of the eastern part of the Belarusian Polesye area into regions and to describe briefly the regions with rather high (less than 20 points), moderate (21–30), lowered (31–40), low (41–50) and very low (more than 50 points) degree of comfort conditions for the population.