

СТРОИТЕЛЬСТВО . АРХИТЕКТУРА

УДК 556.3.82.072:681.3 (476)

Г. А. Колпашников, д-р г.-м. наук, проф.

КОМПЛЕКТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ БЕЛАРУСИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Инженерно-геологические карты выполнены в цветном изображении для использования в народно-хозяйственных целях при составлении проектов новых видов инженерных изысканий, разработки проектов районной планировки, проектировании магистральных газопроводов, водоводов, линий электропередач, транспортных магистралей, для реализации мер защиты от негативного проявления опасных геологических процессов (оползней, осыпей, обвалов, ветровой эрозии, подтопления, заболачивания, деформации фундаментов зданий и сооружений и др.). Комплект инженерно-геологических карт используется в учебном процессе.

В комплект входят инженерно-геологические карты, разработанные по различным методикам, предложенные Институтом гидрогеологии и инженерной геологии России, Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова, а также по критериям, разработанным автором [1–3].

Комплект представлен следующими видами карт:

- литолого-формационная карта Беларуси;
- геоморфолого-неотектонического районирования;
- грунтовых толщ;
- инженерно-геологических условий;
- распространения и просадочности лессовидных отложений;
- поражённости территории Беларуси экзогенными геологическими процессами;
- агрессивности подземных вод;
- распространения карста;
- инженерно-геологического районирования условий развития экзогенных геологических процессов;
- общего инженерно-геологического районирования.

Литолого-формационная карта Беларуси раскрывает особенности распространения доледниковых формаций. В северной части они представлены

средним и верхним девонами. В районе Витебских порогов верхний девон близко располагается от поверхности и используется как месторождение полезных ископаемых. Изучение отложений верхнего девона необходимо в связи с возможным строительством гидротехнического сооружения для получения значительного источника электроэнергии на реке Западная Двина [4]. Вскрытые толщи доломитов обладают высокой степенью трещиноватости и кавернозности, что должно учитываться при строительстве на них зданий и сооружений.

Средняя часть Беларуси представлена мергельно-меловой формацией – мергелем, мелом, песками и песчаниками. К югу меловые отложения уходят под кровлю палеогена и неогена и представляют собой мощный источник для водоснабжения городов и посёлков. Воды извлекаются с помощью строительства буровых скважин. Для этих отложений характерным является наличие мелового карста, представленного воронками, углублениями и другими формами, заполненными песками, супесями и суглинками. Последние имеют низкую прочность и высокую степень просадочности, что может повли-

ять на устойчивость строительных конструкций. Имели место случаи провала свай при сооружении мостовых переходов. Палеоген-неогеновые отложения представлены терригенной песчано-алевритоглинистой формацией – песками, песчаниками, глинами. Имеется крупное месторождение формовочных и кварцевых песков, глин для производства канализационных труб и кирпично-черепичного сырья. Месторождения интенсивно осваиваются. При разработке месторождений следует учитывать углы откосов в карьерах. Недоизученность прочностных свойств (угла внутреннего трения, сцепления и модуля деформации) часто приводит к серьёзным деформациям в откосах карьеров. На карте показаны близкие выходы к поверхности кристаллического фундамента как источника добычи полезных ископаемых: строительного камня, железистых кварцитов и др.

Карта геоморфолого-неотектонического районирования. Содержит сведения о древних и новейших движениях, определивших современный рельеф Беларуси, формировании осадочного числа и наличия ослабленных зон повышенной трещиноватости горных пород. Выделены протяжённые зоны глубоких региональных разломов, эпицентры землетрясений, локальные структуры, гляциодислокации, меловые отторженцы, гидрохимические аномалии. Наличие многочисленных разломов ставит вопрос о безопасности строительства ответственных сооружений – атомных станций, нефтепроводов, газопроводов и др. Об этом свидетельствуют прошедшие недавно землетрясения. Эпицентры землетрясений нанесены на карту с баллами в эпицентре и глубинами в гипоцентре в километрах.

Карта грунтовых толщ. Несёт в себе информацию о составе, строении и состоянии горных пород как грунтов, слагающих верхнюю 10-метровую зону активного влияния инженерных сооружений. Систематика грунтовых толщ представлена классами, группами и типами, нашедшими отражение в легенде к карте.

Каждый тип грунтовой толщи характеризуется строением и степенью увлажнения, а его деформационные свойства могут быть получены из таблицы инженерно-геологических показателей [3]. Карта построена на основе выявленных закономерностей распространения грунтовых толщ с использованием всей ранее накопленной информации, содержащейся в картах разного масштаба и назначения, в съёмочных отчётах.

Карта инженерно-геологических условий построена по формационному принципу с выделением доплиоценовых формаций и четвертичных типов плиоцен-четвертичных отложений. Она несёт в себе не только сведения о закономерностях распространения различных типов грунтовых толщ, но и о наличии погребённых речных долин, как источников питьевого водоснабжения. На карте получили отражение глубины залегания уровней грунтовых вод, формы береговых процессов – интенсивной абразии и переработки берегов водохранилищ, боковой речной эрозии, овражного и плоскостного смыва грунтов, наличие оползней и обвалов, развитие эоловых процессов и др. Карта предназначена для создания способов защиты территории от опасных геологических процессов, поисковых работ по выявлению источников водоснабжения городов и посёлков и др.

Карта распространения и просадочности лессовидных отложений предназначена для выявления лессовидных супесей и суглинков, обладающих просадочными свойствами. На фоне общей изменчивости лессовидных отложений для всех районов, за исключением Мозырско-Брагинской гряды, наблюдаются (с вероятностью от 5 до 42 %) отдельные разности, способные проявлять деформацию просадки при дополнительных нагрузках 0,2...0,3 МПа.

Инженерно-геологическая карта поражённости территории Беларуси экзогенными геологическими процес-

сами (ЭГП) построена на основе сведений, полученных об их региональном развитии. На карте зафиксированы процессы с преобладающей интенсивностью проявления заболачивания, дефляции, осыпей, овражной эрозии, просадочности и суффозии. Произведено районирование проявления ЭГП с выделением их интенсивности: площадей высокой пораженности отдельными их видами (больше 25 %), средней (5–25 %) и низкой (меньше 5 %), развивающимися на территории различных геоморфологических областей. Специальными знаками показаны факторы, влияющие на активизацию ЭГП. При выборе строительных площадок следует учитывать возможное развитие опасных геологических процессов в зонах их интенсивного развития.

Карта агрессивности грунтовых вод Беларуси. В пределах Республики Беларусь выделено четыре геолого-геохимические зоны, характеризующиеся определёнными закономерностями распространения грунтовых вод с выраженными показателями агрессивности по отношению к бетонным конструкциям.

На карте видно, что первая зона Беларуси охватывает северную часть (бассейн реки Западная Двина), где агрессивные воды встречаются на небольших участках (на севере Белорусского Поозерья, в районе населённых пунктов Бешенковичей и Шумилино) и имеют повышенное содержание CO_2 . Все эти воды относятся к водам с углекислым типом агрессивности.

Вторая зона охватывает всю центральную и юго-восточную часть Беларуси и характеризуется распространением вод преимущественно с карбонатным типом агрессивности (участки надпойменных террас рек Неман, Березина, Сож, Днепр).

Третья зона – юго-запад Республики Беларусь (бассейн реки Западный Буг), для которой характерно широкое распространение грунтовых вод, обладающих одновременно обще- и углекислотным типами агрессивности.

Четвёртая зона охватывает практически всю центральную часть Белорусского Полесья и характеризуется повсеместным распространением грунтовых вод, обладающих различными типами агрессивности и их разнообразным сочетанием.

Анализируя далее закономерности распространения грунтовых вод с различными типами агрессивности, отметим, что показателями агрессивности являются компоненты, входящие в общий химический состав подземных вод, геохимический режим которых на территории Беларуси предопределён, в первую очередь, её приуроченностью в тектоническом отношении к Восточно-Европейской платформе, в климатическом – к зоне избыточного увлажнения.

Процесс углекислотного выщелачивания является весьма сложным природным процессом, зависящим от минералогического, гранулометрического, химического составов пород зоны аэрации и водовмещающих пород, метеорологических факторов, гидродинамических условий и, как всякий химический процесс, от давления, температуры, соотношения и концентрации компонентов химического состава природных растворов и, в частности, концентрации водородных ионов. Поэтому все три показателя агрессивных свойств грунтовых вод связаны и взаимообусловлены протекающими в природных растворах процессами растворения и выщелачивания.

Примерно 1/3 территории Беларуси занята заболоченными землями и торфяниками. Большое значение в ряду доминирующих геохимических процессов имеют и биохимические процессы, за счет которых формируется большая часть углекислоты грунтовых вод, избыток которой существенно увеличивает их агрессивные свойства по отношению к бетонным конструкциям.

Исследованиями влияния мелиорации (в частности, осушения) на изменение химического режима грунто-

вых вод установлен некоторый рост общей минерализации грунтовых вод за счет как усиления притока напорных подземных вод, так и поступления в грунтовые воды продуктов окисления органического вещества торфа, что приводит к росту концентрации в грунтовых водах ионов HCO_3 и Ca (в меньшей степени – ионов Mg , Na , Cl) и росту величины pH. В дальнейшем при сельскохозяйственном использовании следует ожидать усиления роста минерализации грунтовых вод вследствие применения удобрений.

Приведенные данные подтверждают факт влияния мелиоративных работ на метаморфизацию степени и вида агрессивности грунтовых вод на территории Полесья.

Современные условия распределения подземных вод в бассейнах, гидродинамическая зональность, агрессивность грунтовых вод, темпы водообмена являются результатом исторической перестройки водонапорных систем и служат важнейшими поисковыми критериями на питьевые, лечебные, промышленные воды, на скопление углеводородов, а также воздействие агрессивных вод на железобетонные основания. Сложная трехзональная Припятская система вмещает в отложениях девона термальные промышленные рассолы (йод, бром, редкие металлы: литий, рудий, цезий) и месторождения нефти.

Двухзональные протерозойско-девонские Оршанская и Прибалтийская системы характеризуются положительными показателями лечебных и промышленных вод. Двухзональная протерозойско-кембрийская Подляско-Брестская система содержит большие запасы пресных и минеральных вод, широко используемых в хозяйствах республики.

В настоящее время в стране эксплуатируется более 60 месторождений минеральных вод.

Химический состав минеральных вод разнообразен: хлоридно-натриевые воды – 39 месторождений; сульфатно-хлоридно-натриевые – 5; сульфатно-хлоридно-каль-

циево-натриевые – 4, сульфатно-хлоридно-магниево-кальциевые – 3; гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые – 2, сульфатно-хлоридно – 1.

Минеральные воды используются в лечебных целях в лечебно-санитарных и профилактических учреждениях – это санатории, санатории-профилактории, дома и базы отдыха, детские санаторные лагеря, водно-спортивные комбинаты, поликлиники, бальнеолечебницы. Кроме этого организован бутылочный разлив (около 60-и заводов и цехов разлива) лечебно-столовых минеральных вод.

Инженерно-геологическая карта распространения карста. Карстующиеся породы обнаружены в трех районах.

Район 1. Карст в верхнемеловых породах. Район расположен в восточной и юго-восточной частях Республики Беларусь (Жлобинская седловина, западный склон Воронежской антеклизы, юг Оршанской и Подляско-Брестской впадин, крайний юг Полесской седловины). В административном отношении район принадлежит к Могилевской, северо-восточной части Гомельской и крайнему югу Брестской областей.

Район 2. Карст в верхнемеловых отторженцах. Район расположен в западной и центральной частях Республики Беларусь (Белорусская антеклиза, северо-западная часть Припятского прогиба). В административном отношении район принадлежит к Гродненской, северной части Брестской и западной части Минской областей.

Район 3. Карст в доломитовых отложениях верхнего девона. Район расположен в северной и северо-восточной частях Беларуси (Латвийская седловина, северная часть Оршанской впадины). В административном отношении район охватывает северную и восточную части Витебской области.

Карта инженерно-геологического районирования условий развития экзогенных геологических процессов

обобщает и учитывает региональные закономерности территории и содержит важную информацию о типах разрезов зоны аэрации, мощности почвенного покрова и грунтовых толщ, видах ландшафтов, развивающихся природных геологических и инженерно-геологических процессах, выявленных инженерно-геологических условиях (типах структур и формаций, комплексах отложений, генезисе и свойствах пород грунтовой толщи, установленных или предполагаемых уровнях грунтовых вод и т. д.).

Новым элементом карты является выделение типов территории по характеру распространения геологических процессов. Она разрабатывалась на основе исследований автора и изучения тектонических, геоморфологических, гидрогеологических, ландшафтных, почвенных карт, а также карт залесенности, заболоченности и т. д. К карте прилагается таблица, в которой для каждого из выделенных районов приводятся данные о признаках, положенных в основу типологического инженерно-геологического районирования, выполненного в связи с прогнозом развития ЭГП. В пределах распространения определенного процесса из таблицы могут быть получены сведения о тектонической структуре, типе формации, области распространения покровных отложений, его генетическом типе, характере колебательных движений (восходящие, нисходящие), факторах, обуславливающих развитие ЭГП, – возрасте и составе отложений, их инженерно-геологических свойствах, степени расчлененности поверхности, глубине залегания уровней подземных вод и др. Данная карта оказалась базовой для решения ряда как научных, так и практических задач. В частности, она послужила основой для оценки степени защищенности подземных вод от влияния аварии на Чернобыльской АЭС. На ее основе были определены участки для организации и постановки работ, связанных с условиями миграции радионуклидов в зоне аэрации, развития ряда направлений по данной тематике.

Карта типологического инженерно-геологического районирования территории Беларуси по условиям развития ЭГП не только содержит информацию о процессе и явлениях, развитых в ее пределах, но и является прогнозной, поскольку она определяет участки их возможного распространения. На ней учитываются все многообразие и характер развития экзогенных геологических процессов в пределах ледниковой формации Беларуси.

Таким образом, карта инженерно-геологического районирования территории Беларуси по условиям развития экзогенных геологических процессов является важным этапом в создании схем комплексного освоения больших территорий, рационального использования и охраны геологической среды. Она была принята как базовый документ для разработки генеральной схемы защиты территории Республики Беларусь и народно-хозяйственных объектов от опасного воздействия ЭГП.

Карта общего инженерно-геологического районирования. Проблема инженерно-геологического районирования крупных территорий остается в центре внимания исследователей. Ей посвящены работы И. В. Попова, Е. М. Сергеева, В. Т. Трофимова, Г. А. Голодковской и др.

Основные положения общего инженерно-геологического районирования территории бывшего СССР были сформулированы И. В. Поповым (1961). Созданная им схема инженерно-геологического районирования предусматривает принципы тектонического районирования крупных территорий. Рассматривая инженерно-геологическое районирование как один из важнейших методов систематизации данных об инженерно-геологических условиях, В. Т. Трофимов (1979) предложил два пути решения проблемы по разработке принципов районирования крупных территорий для учета важнейших черт пространственной изменчивости инженер-

но-геологических условий, обусловленных совместным воздействием региональных геологических и зонально-климатических факторов. Первый из них основан на использовании системы последовательного районирования, предложенного И. В. Поповым. Второй предусматривает учет важнейших закономерностей пространственной изменчивости инженерно-геологических условий на основе последовательного анализа изменчивости региональных геологических и зонально-климатических факторов.

Автор проводит инженерно-геологическое районирование территории Республики Беларусь (рис. 1) на основе

комплексного учета всех важнейших факторов, обусловивших формирование ее современных инженерно-геологических условий: тектонического строения (по образованиям структур осадочного чехла) и геолого-геоморфологических признаков, учитывающих особенности накопления и распространения пород ледниковой формации. Такое районирование является общим и комплексным. Оно учитывает как регионально-геологические (структуры), так и зонально-климатические факторы (области распространения покровных оледенений, климатические особенности территории и др.).



Рис. 1. Схема инженерно-геологического районирования Беларуси

Представленная на рис. 1 карта, опубликованная в [1], может служить необходимым документом при проектировании комплексов зданий и сооружений, поскольку содержит в себе информацию об особенностях распространения геоло-

гических структур, которые являются отражением событий, происшедших в прошлые эпохи.

В пределах этих структур выделены инженерно-геологические области и районы, информацию о которых можно

получить из [3], где приведены данные о свойствах грунтовых толщ, геологических процессах, особенностях строения рельефа и др.

Вывод

Предлагаемый комплект карт и методика их построения может быть использована в странах ближнего и дальнего зарубежья. Входящие в комплект инженерно-геологические карты окажутся полезными как при проектировании новых объектов строительства, так и при усвоении курса «Инженерная геология».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колпашников, Г. А. Инженерно-геологические карты / Г. А. Колпашников // Энцикл. природы Белоруссии. – Минск, 1982. – Т. 2. – С. 409.
2. Колпашников, Г. А. Инженерно-геологическое районирование / Г. А. Колпашников // Энцикл. природы Белоруссии. – Минск, 1982. – Т. 2. – С. 408–409.
3. Колпашников, Г. А. Инженерная геология / Г. А. Колпашников. – Минск : Технопринт, 2005. – 132 с.
4. Колпашников, Г. А. Происхождение и свойства лессовидных отложений в Республике Беларусь / Г. А. Колпашников // Геотехника Беларуси : Наука и практика : материалы междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2004. – № 3–4. – С. 273–278.

Белорусский национальный технический университет
Материал поступил 10.05.2007

G. A. Kolpashnikov

The complete set of engineering and geological maps of Belarus and their significance for the building

Belarusian National Technical University

The engineering and geological maps were executed in the color display for using in national economy of projects and engineering surveys planning of projects district planning working of projection of gas-main pipelines, conduits, transmission facilities and thoroughfares for the realization of defense measure from negative manifestations of dangerous geological processes (landslides, slide-rocks, landslips, wind erosion, under flooding, water logging, deformation of foundations buildings and constructions deformations and e.t.). The complete of engineering and geological maps are used in the educational process.