

УДК 624.131.1.(075.8)

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ  
И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТНЫХ  
И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ  
КАК ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Колпашников Г.А., Смиронова Г.Ф.\***

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*\*Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь*

В статье рассмотрены особенности инженерно-геологического районирования территории Республики Беларусь как источник информации, обобщающий сведения о пространственных закономерностях изменения инженерно-геологических условий. Приводится карта инженерно-геологического районирования, составленная 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.

The article considered the features of engineering geological zoning of Belarus as the source of information and summarizes information about spatial regularity of changing geological conditions. The article contains a map of engineering geological zoning, which is made on the basis of a

comprehensive taking into account all the most important factors contributing to the formation of its modern engineering-geological conditions: the tectonic structure (by the formation of structure of the sedimentary cover) and the geological and geomorphological characteristics, taking into account the specific features of accumulation and distribution of glacial formations.

Инженерно-геологическое районирование как источник информации обобщает сведения о пространственных закономерностях изменения инженерно-геологических условий Белорусского региона, содержат важнейшую информацию о типах разрезов, выявленных инженерно-геологических условиях формирования структур и формаций, генезисе и свойствах пород грунтовой толщи, распространения опасных геологических процессов, установленных или предполагаемых, водоносных горизонтов и др.

На основе собранных материалов в процессе проведения полевых и лабораторных исследований привлечен из сведений из других источников, составлена карта инженерно-геологического районирования (рис. 1) [1, 2]. Краткая характеристика ее значения для учебного процесса и оценки строительных свойств грунтов, как оснований зданий и сооружений приводится ниже.

Карта инженерно-геологического районирования территории Республики Беларусь («Энциклопедия природы Беларуси т. II, 1983) составлена на основе комплексного учета всех важнейших факторов, обусловивших формирование ее современных инженерно-геологических условий: тектонического строения (по образованию структур осадочного чехла) и геолого-геоморфологических признаков, учитывающих особенности накопления и распространения пород ледниковой формации. Такое районирование учитывает как регионально-геологические структуры, так и зонально-климатические факторы (области распространения покровных оледенений, климатические особенности территорий и др.).

На карте обозначены регионы 1-го порядка – Белорусско-Латвийский и Припятско-Днепровский. Это крупнейшие структуры Восточно-Европейской платформы на территории Беларуси.



Рис. 1 Схема инженерно-геологического районирования Беларуси:

**Регионы Восточно-Европейской платформы:**

**регионы 1-го порядка:** I – Белорусско-Латвийский; II – Припятско-Днепровский;  
**подрегионы** (регионы 2-го порядка): IA – Белорусская антеклиза и сопредельные с ней структуры низших порядков; ЦБ – Припятская впадина; ПВ – Подляско-Брестская впадина (восточная часть); IГ – Оршанская впадина;

**инженерно-геологические области:** А – Белорусское Поозерье; Б – Центральная (Белорусская гряда с прилегающими Центрально-Белорусской равниной и Восточно-Белорусским плато); – Белорусское Полесье (Северная часть Полесской низменности);

**инженерно-геологические подобласти:** AI – Белорусское Поозерье (в границах области); BI – Белорусская гряда; BII – Центрально-Березинская равнина; VI – Брестское Полесье; VII – Припятское Полесье; VIII – Гомельское Полесье; BIV – Мозырское Полесье;

**инженерно-геологические районы:** 1-23

Структуры 2-го порядка как регионы более низкого ранга представлены Белорусской антиклизой и сопредельными с ней структурами низших порядков, Припятской, Подляско-Брестской (восточная часть) и Оршанской впадинами. Эти крупнейшие структуры отражают регионально-геологические особенности территории и соответствуют плитным этапам развития запада Восточно-Европейской платформы – позднебайкальскому, каледонскому, герцинскому, и киммерийско-альпийскому. Это время формирования основных типов формаций – терригенной, терригенно-карбонатной, карбо-

натной, сульфатно-карбонатной и гранито-гнейсовой. Как правило, они залегают на больших глубинах и только породы гранито-гнейсовой формации местами залегают близко от поверхности (Микашевичевский выступ Украинского щита).

Просадочные и деформационные свойства пород формаций зависят от степени их возраста, условий залегания, цементирования и др. Проведенные на специально сконструированных прессах с давлением до двух тонн были получены следующие показатели прочностных и деформационных свойств: мергели без включений гипса и ангидрита временное сопротивление сжатию ( $\sigma_{сж}$ ) = 105...230 МПа, угол внутреннего трения ( $\varphi$ ) = 54...62<sup>0</sup>, коэффициент сцепления ( $C$ ) = 86...125 МПа, модуль деформации – 7 МПа, в воде интенсивно размокают; мергели с прослоями гипса и ангидрита –  $\sigma_{сж}$  = 21...31 МПа,  $\varphi$  = 37...41<sup>0</sup>,  $C$  = 7,8...17,5 МПа, в воде размокают медленно и не набухают; агидриты  $\sigma_{сж}$  = 60...65 МПа; глины с гнездами ангидрита –  $\sigma_{сж}$  = 35...35 МПа,  $\varphi$  = 37...54<sup>0</sup>,  $C$  = 28...29 МПа; сильвинит –  $\sigma_{сж}$  = 21 МПа; сильвинито-галитовые породы –  $\delta p$  (растяжения) = 18...20 МПа; карналлит-галитовые породы  $\delta p$  = 4...5 МПа. В направлении кровли прочностные свойства пород снижаются. Так меловые отложения обладают высокой чувствительностью к нарушению естественного сложения, резким падением прочности (4...5 МПа до 0), что требует при проходке геологоразведочных скважин крепления стенок обсадными трубами. Уменьшение прочности свойственно палеогеновым и неогеновым отложениям. Разработка полезных ископаемых усложнена наличием водоносных горизонтов, причем с ростом мощности отложений во впадинах увеличивается количество водоносных горизонтов (Припятская, Подлеско-Брестская и другие впадины). Это требует, во-первых, увеличение обсадных труб при проходке глубоких скважин на нефть, во-вторых, учета соответствующего бурового оборудования (долот, алмазные коронки и др.).

При инженерно-геологическом районировании территории Беларуси важное значение приобрело выделение инженерно-геологических областей. Ее территория представлена тремя областями А – Белорусское Поозерье; Б – Центральная (Белорусская гряда с прилегающими Центрально-Белорусской равниной и Восточно-Белорусским плато); В – Белорусское Полесье (северная часть Полесской низменности). В пределах этих областей определи-

лись геолого-геоморфологические признаки, учитывающие особенности накопления и распространения пород ледниковой формации, зонально-климатические факторы (области распространения покровных оледенений, климатические особенности территории и др.)

Плейстоценовые отложения в пределах этих областей развиты повсеместно и перекрывают чехлом неравномерной толщины всю территорию страны. В долинах наиболее крупных рек этот чехол разорван (Западная Двина, Сож, Припять и др.) и на дневную поверхность выступают девонские (северная часть) меловые, палеогеновые и неогеновые породы (средняя и южная части).

Накопление плейстоценовых отложений происходило при условии тесной связи с современным и погребным рельефом, что например находит отражение в строении, генезисе и распределении мощностей плейстоценового покрова. В основном максимальные мощности (свыше 300м) приурочены к долинам рек и современным возвышенностям. Минимальные мощности характерны для погребенных возвышенностей и участков современных речных долин.

Позерский (Валдайский) горизонт хорошо изучен. Морена по озерского ледника встречается практически на всей территории северной части республики, которая была покрыта позерским ледником. Отсутствует она лишь на отдельных участках озерно-ледниковых низин, сложенных ленточными глинами или глинами, переслаивающимися с песками (Суражская, Лучесинская, Полоцкая, Дисненская и другие низины). Позерский горизонт имеет двухчленное строение, которое увязывается со стадиями оледенения. Моренные отложения представлены красно-бурыми валунными суглинками, супесями с линзами песков, ленточных глин, алевритов. Морена более поздней Браславской стадии представлена красно-бурыми с малиновым оттенком валунными супесями, суглинками, глинами, содержащими прослойки и линзы гравийно-песчаного материала.

Типичным представителем глинистых водно-ледниковых отложений являются хорошо известные в инженерно-геологической практике ленточные глины, широко развитые на севере Республике Беларусь. Им свойственна высокая пористость (до 60...65%) и высокие естественная влажность. Чаще всего она выше влажности верхнего предела пластичности, т.е. в естественных условиях глины находятся в скрытотекучем состоянии. Водопроницаемость значительно выше вдоль напластования, чем перпендикулярно к нему.

У песчаных и пылеватых прослоев (в основном определяющих водопроницаемость вдоль напластования) коэффициент фильтрации равен  $10^{-4} \dots 10^{-8}$  см/с, а у глинистых он снижается до  $10^{-8}$  см/с. Осадка толщи водонасыщенных ленточных глин под сооружением усиливается при переслаивании глинистых и песчаных пород. В этом случае песок играет роль естественных дренажей, отводящих выжимаемую из глинистых прослоев воду. Соппротивление ленточных глин сдвигающему усилию различно в зависимости от места расположения поверхности сдвига.

Сожский (московский) горизонт широко распространен в средней части страны. Сплошное распространение он имеет в пределах Белорусской гряды, где залегает непосредственно с поверхности. Выявлена тесная связь между параметрами физических, прочностных и деформационных свойств моренных грунтов сожского оледенения. Сопряженные уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$\operatorname{tg}\varphi = 0,45 + 0,168Y; C = 0,37 + 0,003W; C = 0,06 + 0,32Y;$$

$$Y = 2,015 + 0,26\operatorname{tg}\varphi; W = 9,36 + 0,32C; Y = 2,11 + 0,19C,$$

где  $Y$  – вес грунта;  $W$  – естественная влажность;  $\operatorname{tg}\varphi$  – угол внутреннего трения;  $C$  – коэффициент сцепления.

Коэффициент вариации свойств в приповерхностной зоне гипергенеза может в значительной степени изменяться в связи с разбросом их значений.

К средней части Беларуси приурочены основные массивы лессовидных отложений – Новогрудская и Минская возвышенности, Оршанско-Могилевское плато. В 22 испытанных образцах при дополнительном давлении 0,2...0,3 МПа просадочными оказались 16 образцов. С глубиной степени просадочности уменьшается, что связано с особенностями гипергенной перестройки верхних горизонтов. Наиболее просадочными оказались образцы пород, взятых на Новогрудской возвышенности и Оршанско-Могилевском плато (коэффициент просадочности 0,014...0,047). Одной из характерных черт рельефа Центрально-Белорусской равнины как и области Белорусской гряды является наличие разветвленной сети древних «мертвых» долин и ложбин. Оршанско-Могилевское плато как и Новогрудская возвышенность представлены западинами и оврагами хорошо выраженные в рельефе.

Южная часть Беларуси охватывает обширные пространства Белорусского Полесья (Северная часть Полесской низменности), где наибольшее распространение получили торфяные массивы и надпойменные террасы. Здесь приходится сталкиваться со сложными инженерно-геологическими условиями. Выявленные закономерности в строении грунтовых толщ показали, что нижняя часть разреза на глубинах 10..15 м сложена супесями и суглинками с низкими показателями несущих свойств. Это в значительной степени усложняет строительство крупных мостовых переходов.

Представленный авторами материал позволяет в полном объеме получить необходимые сведения об инженерно-геологических условиях Белорусского региона. Он может быть использован как в учебном процессе, так при проектировании объектов гражданского, дорожного, мелиоративного и других видов строительства.

## **Литература**

1. Колпашников, Г.А. Инженерная геология : учебное пособие для студентов строительных специальностей / Г.А. Колпашников – Минск : Технопринт, 2004. – 110 с.
2. Колпашников, Г.А. Опасные природные и техногенные процессы на территории Республики Беларусь и риск их проявления / Г.А. Колпашников, Г.Ф. Смирнова // Материалы конференции География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования. – Красноярск : КГПУ, 2012. – С. 36–38.