

<https://doi.org/10.52326/csd2024.30>

ECONOMIC AND SOCIAL FEATURES OF CONSTRUCTION IN COMPLEX ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Alina POLCANOVA¹, Vladimir POLCANOV²

^{1,2}*Technical University of Moldova, 168 Stefan cel Mare and Sfânt Boulevard, Chisinau, Moldova*

Abstract. The article examines the peculiarities of construction on the territory of Moldova in conditions of possible development of dangerous geological processes. The impact of complex engineering and geological conditions on the design, construction, and operation of buildings and structures, as well as on the overall cost of investment projects, is particularly emphasized. This material highlights the importance of considering the characteristics of construction and subsequent operation in landslide-prone areas and regions with subsidence soils. The necessity of developing protective measure projects prior to the main construction stage, based on a carefully crafted master plan for territorial development, has been demonstrated. The research results enable improvements in construction quality, ensure the reliability and safety of buildings and structures, and justify project costs by accounting for anti-deformation measures.

Key words: *green building, landslides, subsidence, flooding, sarmatian clays, anti-deformation measures.*

JEL code: *L74, O22, R11*

Резюме. В статье исследуются особенности строительства на территории Молдовы в условиях возможного развития опасных геологических процессов. Особо отмечено влияние сложных инженерно-геологических условий на специфику проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также на стоимость инвестиционно-строительного проекта. Изложенный материал акцентирует внимание на необходимость учета особенностей возведения и дальнейшей эксплуатации объектов на оползневых склонах и территориях, сложенных просадочными грунтами. Подчеркнута целесообразность разработки проектов защитных мероприятий до начала стадии основного строительства на основе тщательно разработанного генерального плана застройки территории. Полученные результаты исследования позволяют повысить качество строительства, обеспечить надежность и безопасность зданий и сооружений, обосновать стоимость проекта с учетом затрат на противодеформационные мероприятия.

Ключевые слова: *зеленое строительство, оползни, просадка, подтопление, сарматские глины, противодеформационные мероприятия.*

Постановка задач исследования

Современные условия определяют четкую ориентацию инвесторов на экологические проекты, популяризирующие заботу об окружающей среде. Развитие инновационных технологий способствовало появлению нового, “зеленого” направления в строительстве. Отметим, что зеленое строительство (англ. green buildings) направлено не только на оптимизацию потребления энергетических и материальных ресурсов и сокращение

производства отходов. Одной из базовых характеристик экологического строительства является комплексное обоснованное планирование на протяжении всего жизненного цикла инвестиционного проекта – от генерального плана и выбора места строительства до проектирования, строительства, эксплуатации, обслуживания, реконструкции и/или сноса объекта с учетом воздействия на людей и окружающую среду.

Приоритетным условием при проектировании продолжает оставаться обеспечение комфортных условий проживания людей, долговечности и безопасности объектов при минимизации затрат на строительство [1].

К сожалению, обеспечить оптимальность градостроительного проектирования и сократить влияние застройки на окружающую среду в Молдове удается не всегда. При этом именно фактор антропогенного воздействия становится решающим при освоении оползнеопасных склонов, территории с распространением просадочных грунтов и подстилающими их сарматскими глинами.

Это означает, что дополнительным фактором роста себестоимости квадратного метра жилой застройки станут затраты, связанные с необходимостью проведения противооползневых, противопросадочных и других мероприятий, направленных на предотвращение развития опасных геологических процессов (далее – ОГП). Уменьшение стоимости таких мероприятий станет возможным при правильном выявлении причин и достоверности прогноза развития ОГП, а также при оптимальном выборе комплекса защитных мероприятий и технологий их изготовления.

С учетом того, что повышение эффективности строительной отрасли традиционно оказывает существенное влияние на рост национальной экономики в целом, необходимость настоящих исследований не вызывает сомнений.

В качестве основных задач исследования были определены следующие:

1. Изучить современные тенденции строительства на оползнеопасных территориях Республики Молдова;
2. Выявить особенности строительства на территориях распространения просадочных грунтов;
3. Проанализировать возможность снижения прочности грунтов в основании зданий и сооружений в результате длительного замачивания;
4. Рекомендовать комплекс мероприятий, необходимых для защиты от возможного развития ОГП.

Результаты исследований

Настоящие исследования проводились в рамках научно-исследовательского проекта *Modele, sisteme și tehnologii pentru eficientizarea energetică, decarbonizarea și digitalizarea proceselor din energetică, industrie, construcții și transport*, реализуемого в ТУМ (2024-2027).

В предлагаемой к рассмотрению статье, подготовленной на основе анализа литературных источников и опыта практической деятельности авторов, обращено внимание на факторы, характеризующие сложные инженерно-геологические условия Молдовы и их влияние на экономическую и социальную ситуацию. Особое внимание обращено на специфику влияния оползневых и просадочных процессов.

1). Оползневые процессы

Оползни являются основной инженерно-геологической проблемой при строительстве в Молдове. Согласно исследованиям С.С. Орлова, стоимость повреждений объектов строительства и инфраструктуры от оползней в республике превышает ущерб от землетрясений [2].

Как следует из карты пораженности территории Молдовы оползнями (рис.1), строительство зданий и сооружений на территории крупных городов Кишинэу, Хынчешть, Кэлэрашь, Унгень, Бэлць осложняется возможностью развития оползневых процессов [3].

По данным исследований А.Т. Леваднюка, С.С. Орлова, В.Н. Полканова, Т.А. Тимофеевой установлено, что склоны, сложенные песчано-глинистой толщей и оползневыми накоплениями уже при крутизне 5-8 градусов следует относить к оползнеопасным [4].

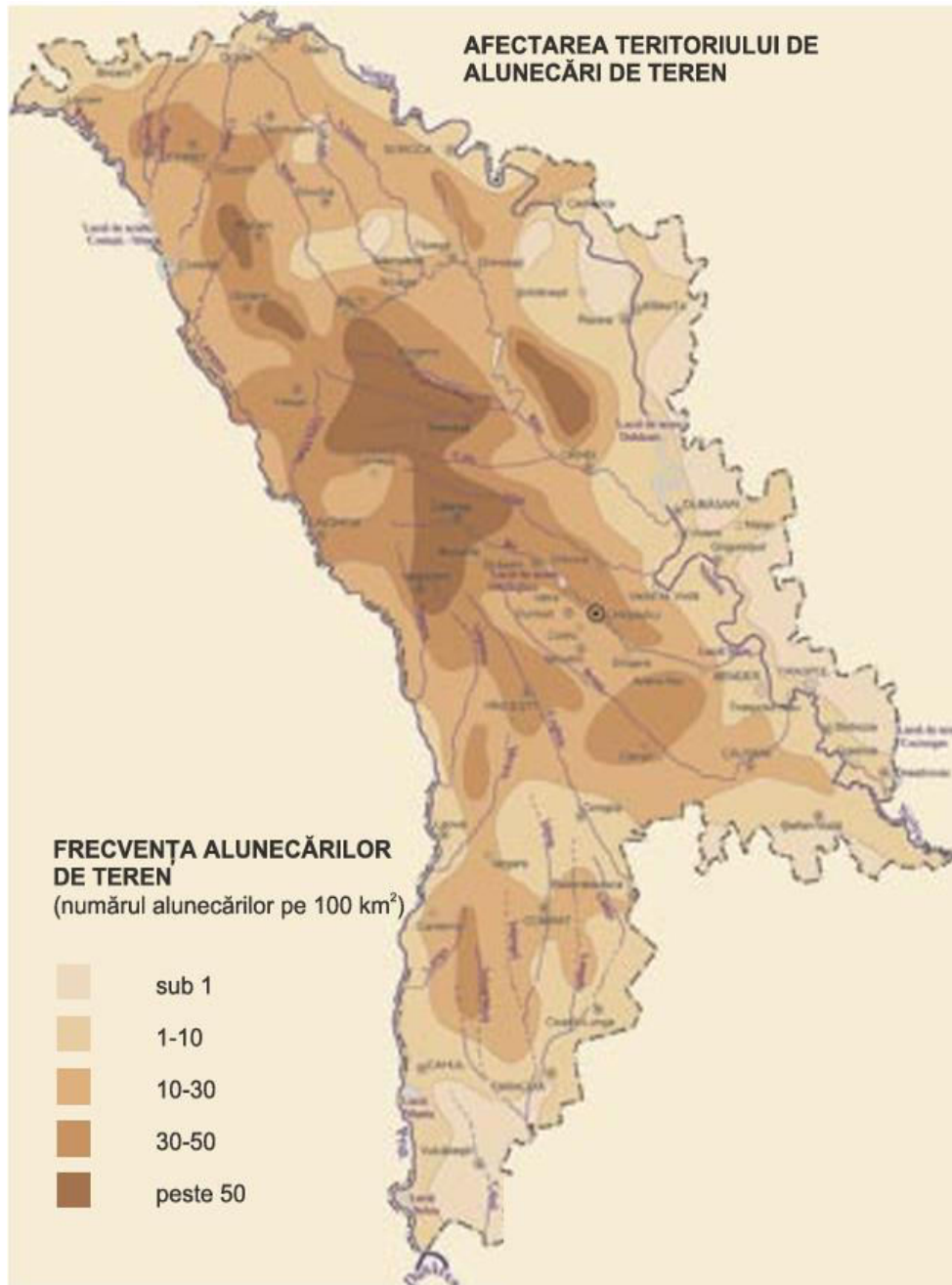


Рисунок 1. Распространение оползней на территории Молдовы

Источник: [3]

При строительстве на оползнеопасных склонах следует учитывать, что предотвращение оползня является более рациональным и финансово целесообразным, чем борьба с его последствиями. В связи с этим, на первый план выдвигается задача объективного прогнозирования оползневой процесса.

Решение этой задачи позволит обеспечить выбор наиболее безопасного места размещения объекта строительства и, в случае необходимости, назначить комплекс необходимых противооползневых мероприятий (далее – ПОМ).

Возникновение новых оползневых участков на застраиваемой территории будет зависеть от того, насколько правильно был изучен механизм развития оползневой процесса, и назначен комплекс ПОМ.

Причины образования оползней можно объединить в 3 группы:

1. Изменение конфигурации склона;
2. Динамика состояния и свойств пород, слагающих склон;
3. Изменение нагрузок на склон.

Чаще всего оползневой процесс происходит вследствие сочетания нескольких причин.

Для успешной реализации проекта ПОМ необходима разработка вопросов, связанных с надежной оценкой степени устойчивости склонов и выбором наиболее эффективных для конкретного случая средств защиты.

Практика показывает, что применительно к оползням на территории Молдовы в комплекс ПОМ должны быть включены водозащитные мероприятия и легкие удерживающие подпорные сооружения.

Обеспечение устойчивости зданий и сооружений, возводимых на оползнеопасной территории, преследует цель повышения безопасности и надежности их эксплуатации. В отдельных случаях это достигается следующих мероприятий:

- полное удаление неустойчивых масс грунта;
- применение глубоко расположенных фундаментов;
- армирование геосинтетическими сетками;
- внесение усиленных железобетонных поясов в каркас здания;
- устройство деформационных швов и др.

С учетом того, что эти мероприятия требуют дополнительных затрат и увеличения сроков строительства объекта, к их разработке следует относиться как к решению важной социально-экономической задачи, решаемой на стадии предпроектных исследований.

2). Просадочные процессы и явления

Просадочные грунты широко распространены на территории многих стран, в том числе на участках Молдовы (рис. 2).

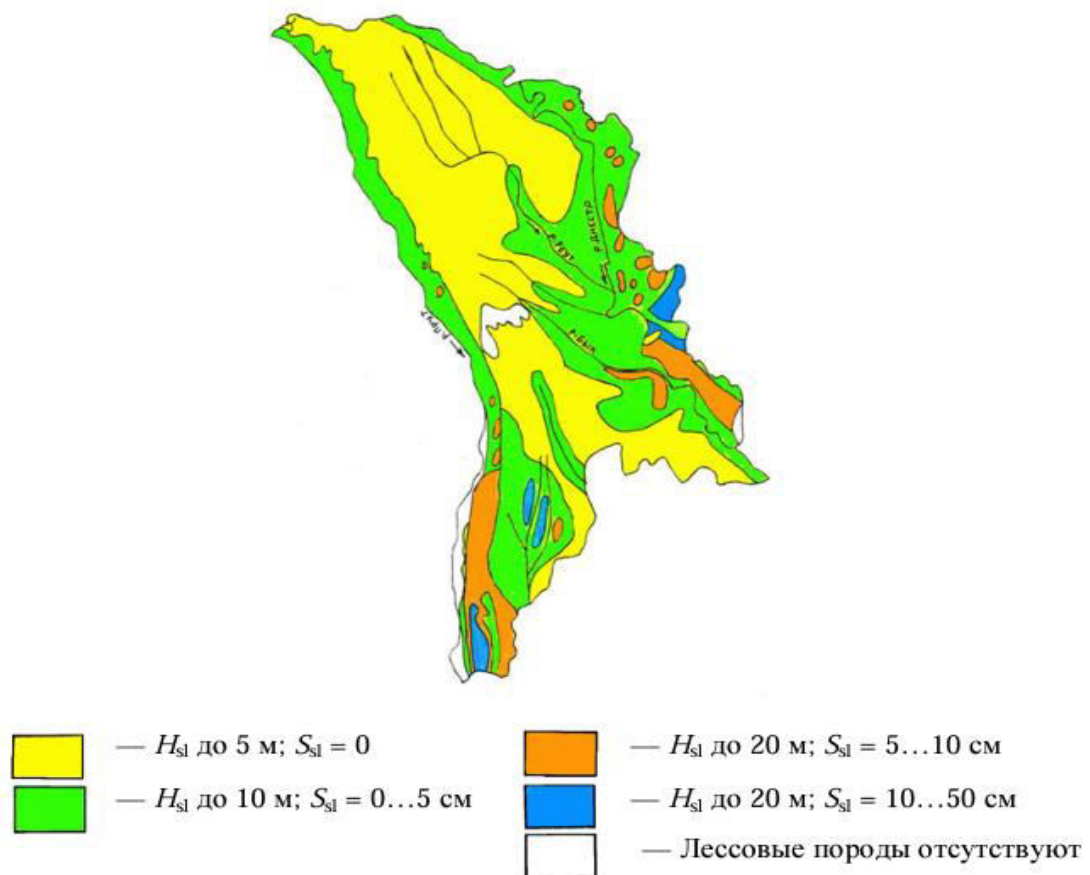


Рисунок 2. Схема распространения просадочных грунтов на территории Молдовы

Источник: [6]

Стратегия строительства на таких грунтах изложена в работах нескольких поколений ученых, исследователей, инженеров-строителей [5-7].

С учетом наличия специальной литературы и соблюдения нормативных документов по подготовке оснований, сложенных просадочными грунтами, строительство в целом

осуществляется успешно. Тем не менее, стоит отметить и ряд случаев деформаций зданий и сооружений [8].

Как показали исследования Е.В. Щекочихиной, когда просадочные грунты подстилаются скальными или обломочными породами, обладающими высокими значениями коэффициента фильтрации, деформации случаются редко и достигают величин, сопоставимых с прогнозными значениями [7]. Объясняется это тем, что подтопления значительной части территории при замачивании не происходит.

При наличии под просадочной толщей водоупора в результате аварийного замачивания происходит подтопление застраиваемой территории. В случае, когда водоупорный слой залегает не горизонтально, ситуация ухудшается из-за интенсивной фильтрации подземных вод. Как следствие, дополнительно развивается послепросадочное уплотнение, а суммарные деформации (осадки и просадки) превышают прогнозные значения.

Таким образом, при проектировании и строительстве зданий и сооружений, размещенных на просадочных грунтах, в сметную стоимость следует включать дополнительные расходы на устройства противопросадочных мероприятий. Их выбор зависит от мощности просадочной толщи, характеристик просадочности, наличия водоупорного слоя и других факторов.

Практика показывает, что наибольший эффект достигается при комплексном использовании водозащитных и механических мероприятий.

Попытки экономии средств на устройство противопросадочных мероприятий, как правило, приводят к удорожанию строительства из-за необходимости ликвидации последствий, вызванных просадочными явлениями.

Так, например, применение только водозащитных мероприятий не обеспечивает в должной степени защиту грунтов основания фундаментов от замачивания. Это объясняется тем, что в просадочных толщах, находящихся в пределах городской застройки, происходит увеличение влажности грунтов, поднимается уровень подземных вод, появляются новые горизонты верховодок.

Чаще всего это связано с изменением гидрогеологического режима подземных вод за счет утечек воды из коммуникаций и неорганизованного сброса воды с примыкающей к зданиям и промышленным объектам территории. Данное обстоятельство связывается в первую очередь, с наличием сарматских глин в основании зданий и сооружений, откосах выемок, в толще оползнеопасных склонов. Очевидно, что повышение уровня подземных вод также следует рассматривать как одну из причин увеличения стоимости строительства.

Исследованиями ученых А.Н. Монюшко, Ю.И. Олянского (Академия наук Молдовы), Т.А. Тимофеевой, В.Н. Полканова (ТУМ), А.Н. Богомолова, Е.В. Щекочихиной (Волгоградский технический университет) и других доказана возможность снижения прочности сарматских глин при длительном обводнении [9-12].

Вследствие уменьшения прочностных и деформационных характеристик, неизбежно будут иметь место дополнительные деформации оснований и самих сооружений.

Общие выводы

1. Современные инвестиционно-строительные проекты должны быть реализованы с соблюдением одной из базовых задач экологического строительства: снижение совокупного (за весь жизненный цикл объекта) негативного воздействия строительной деятельности на здоровье и безопасность людей, окружающую среду и существующие здания, сооружения и инфраструктуру.
2. Строительству на оползнеопасной территории должен предшествовать анализ распространения и возможного развития оползней. Это позволит предотвратить (или значительно снизить) нежелательные последствия, связанные с потерей устойчивости склонов.
3. Перед застройкой оползнеопасной территории следует разработать мероприятия по предупреждению и защите от оползней.

4. Устройство комплексов противодеформационных или противооползневых мероприятий должно осуществляться до начала стадии основного строительства на основе тщательно разработанного генерального плана застройки территории.
5. При строительстве на просадочных грунтах следует учитывать место расположения объекта, которое обуславливает толщину просадочной толщи, характеристики просадочности, тип грунтовых условий по просадочности.
6. Правильный выбор противопросадочных мероприятий позволит обеспечить надежную эксплуатационную безопасность зданий и сооружений при обоснованных оптимальных затратах на их реализацию.
7. Для уменьшения экономических рисков от оползней и просадочных процессов, снижения социальной напряженности в обществе, возникающей в результате негативных последствий от опасных геологических процессов, Министерству регионального развития и окружающей среды рекомендуется разработать и утвердить План управления риском при строительстве на оползнеопасных склонах и территориях с распространением грунтовых условий 2-го типа по просадочности.

Ссылки

1. ОСНОВИНА, Л.Г. и др. Экономические и социальные особенности устойчивого развития в строительной отрасли. В: *Экономика и Банки*. 2022, 1, сс. 102-107.
2. ОРЛОВ, С.С., ТИМОФЕЕВА, Т.А., АБРАМЕНКО, П.Г. *Противооползневая защита в Молдавии*. Кишинев: КПИ им. С. Лазо, 1981.
3. СЫРОДОЕВ, Г.Н. *Инженерно-геологическое районирование оползнеопасных территорий*: Диссертация ...канд. геолого-минералогических наук. Одесса, 1988.
4. ПОЛКАНОВ, В.Н. *Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы*. Монография. Кишинэу: ТУМ, 2013.
5. АБЕЛЕВ, Ю.М., АБЕЛЕВ, Н.Ю. *Основы проектирования и строительства на макропористых грунтах*. Москва: Стройиздат, 1968.
6. ОЛЯНСКИЙ, Ю.И. *Закономерности развития процессов набухания и просадки неоген-четвертичных глинистых пород юга-запада Русской платформы*. Диссертация ...доктора геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 2004.
7. ЩЕКОЧИХИНА, Е.В. *Инженерно-геологическое обоснование строительства на территории совместного залегания лессовых просадочных и глинистых набухающих пород*. Диссертация ...доктора геолого-минералогических наук. Волгоград, 2023.
8. ПОЛКАНОВ, В.Н., РЫШКОВОЙ, А.В., ПОЛКАНОВА, А.В. *Современные методы устранения просадочности грунтов*. Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019.
9. МОНЮШКО, А.М. *Роль техногенеза в формировании инженерно-геологических свойств глин*. Москва: Недра, 1985.
10. БОГОМОЛОВ, А.М. и др. *Изменение состава и свойств лесовых пород при техногенном обводнении*. Монография. Волгоград: ВолГАСУ, 2015.
11. ТИМОФЕЕВА, Т.А., POLCANOV, V.N. On the long-term stability of natural and cutting slopes in Moldova. In: *Proceedings of the seventh international symposium on landslides*. Trondheim: A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1996, vol. 2, pp. 1387-1390.
12. БОГОМОЛОВ, А.Н., ОЛЯНСКИЙ, Ю.И. *Инженерно-геологические особенности сарматских глин южной окраины Русской платформы*. Волгоград: ВолГАСУ, 2011.