

УДК 624.131

Полканов В.Н.<sup>1</sup>, Сыродоев Г.Н.<sup>2</sup>, Богдевич О.П., Полканова А.В.<sup>1</sup>

## О роли и содержании инженерно-геологического обоснования при проектировании дорог на оползнеопасной территории

### Abstract

*On the basis of the actual material analysis, were identified and analyzed the errors that are made, while carrying out engineering and geological surveys. The main natural features, to which should be paid attention to, when examining landslide sites, were identified. Were proposed recommendations on: study of sand-clay layers composing the landslide slopes of Republic of Moldova; identification of the causes that contribute to the development of the landslide process; evaluation of the long-term stability of slopes; appointment of counter-landslide measures complex.*

**Keywords:** motor road, geological surveys, landslide danger, slope stability.

### Rezumat

*Pe baza analizei materialului factologic, au fost identificate și analizate erorile ce pot fi comise în timpul efectuării unor studii geotehnice. Au fost identificate caracteristicile principale naturale care necesită o atenție deosebită în procesul examinării terenurilor cu pericol de alunecare. Sunt propuse recomandări privind: studierea straturilor argilo-nisipoase ce formează versanții Republicii Moldova supuși alunecării de teren; identificarea cauzelor ce contribuie la manifestarea procesului de alunecare de teren; evaluarea stabilității de lungă durată a versanților; desemnarea complexului de măsuri de prevenire a alunecării de teren.*

**Cuvinte cheie:** drum auto, studii geotehnice, pericol de alunecare de teren, stabilitatea versantului

### Резюме

*На основе анализа фактического материала выявлены и проанализированы ошибки, допускаемые при проведении инженерно-геологических изысканий. Определены основные природные особенности, на которые должно обращать внимание при обследовании оползневых участков. Даны рекомендации по: изучению песчано-глинистых толщ, слагающих оползневые склоны Республики Молдова; выявлению причин, способствующих проявлению оползневого процесса; оценке длительной устойчивости склонов; назначению комплекса противооползневых мероприятий.*

**Ключевые слова:** дорога, инженерно-геологические изыскания, оползневая опасность, устойчивость склона

---

<sup>1</sup> Технический Университет Молдовы

<sup>2</sup> Институт экологии и географии АНМ

## Введение

Качество инженерно-геологических обоснований автомобильных дорог определяется полнотой выполненных исследований, объем и содержание которых обусловлены задачами проектирования и строительства и зависят от сложности инженерно-геологических условий трассы, степени изученности района и стадии проектирования. Недостаточное внимание анализу влияния будущих антропогенных изменений на природную обстановку может привести к ошибкам и просчетам в прогнозах [1].

Анализ составляемых программ инженерных изысканий, проведенных авторами, показывает, что недостаточно внимания уделяется вопросам снижения их стоимости, экономическому анализу эффективности, сокращению сроков проведения и повышению надежности мероприятий. Отмечаются искажения объемов изысканий, как в сторону увеличения, так и в сторону занижения.



Рис. Наиболее крупные оползни Молдовы (показаны точками) и основные автомобильные дороги (показаны линиями).

В соответствии с существующими нормами, территории с развитыми оползневыми и эрозионными процессами относятся к районам со сложными инженерно-геологическими условиями (Рис). Для таких районов особое значение приобретает надежное инженерно-геологическое обоснование, которое может быть сформировано лишь на основе всестороннего изучения существующих природных условий, особенностей проявления геодинамических процессов, анализа взаимодействия будущих инженерных сооружений с окружающей средой. Только на основе корректного обоснования может быть выбрано наиболее экономичное техническое решение оптимального варианта трассы, рациональные способы

строительства, обеспечивающие устойчивость не только земляного полотна автодороги, но и прилегающих участков. Тщательное изучение инженерно-геологических условий позволит уже на стадии проекта однозначно выбрать оптимальный вариант трассы для дальнейшей детальной проработки, поможет избежать нежелательных осложнений в процессе строительства и эксплуатации дороги [2].

К сожалению, в инженерно-геологических исследованиях не всегда сочетаются геологические и инженерно-технические направления. Пока оползневой склон находится в стадии относительного покоя, он обычно не

привлекает к себе особого внимания специалистов; проектирование и строительство противооползневых сооружений начинает интенсивно осуществляться только после свершения катастрофических подвижек [3].

Зачастую проектированию часто предшествуют исследования, выполняющиеся в основном, вдоль оси будущих трасс или для конкретного участка, на котором уже проявляется подвижки и предполагается осуществление противооползневой защиты (ПОЗ). Однако, проектирование, выполненное на основе даже детальной разведки отдельных (небольших по протяженности) участков без изучения геолого-геоморфологических особенностей всей прилегающей территории, не всегда позволяет обеспечить устойчивость искусственных сооружений, расположенных на склонах, а осуществленные противооползневые мероприятия оказываются недостаточно эффективными [4, 5, 6].

На территории Республики Молдова, особенно в центральной ее части – Кодрах, трудности подстерегают изыскателей и проектировщиков при освоении временно стабилизированных склонов, когда внешние морфологические признаки оползней слабо выражены в современном рельефе и могут быть выявлены лишь опытными исследователями. Такие склоны до освоения, как правило являются относительно устойчивыми и на первый взгляд не вызывают опасений [7, 8, 9].

Недооценка изыскателями, проектировщиками и строителями, геологических, геоморфологических и гидрогеологических особенностей осваиваемых территорий, а также особенностей проявления в их пределах экзогенных геологических процессов, может приводить к нежелательным осложнениям, связанных с неправильным ведением земляных работ.

В связи с изложенным, достаточно остро стоит вопрос о содержании инженерно-геологического обоснования, назначении расчетных значений прочностных характеристик грунтов и выборе надежных методов комплексной оценки устойчивости склонов с учетом региональных инженерно-геологических особенностей района строительства [10 - 16].

### **Результаты исследований и дискуссия**

В районах развития оползней, когда длительное изучение геологического строения склонов и, по возможности, восстановление истории их развития приобретают большое значение, инженерно-геологические изыскания необходимо осуществлять стадийно: предварительные изыскания – на стадии проекта со сводным расчетом стоимости, и окончательные – для рабочей документации [1]. Объем и содержание изыскательских работ на каждой стадии устанавливаются программой в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и степени их изученности в районе трассы, категории дороги и стадии изысканий. Последними обуславливается четкая целенаправленность программы в соответствии с многогранными задачами, возникающими при выборе оптимального варианта и связанными не только с оценкой устойчивости склонов (откосов) и обоснованием мер ПОЗ, но и с условиями возведения насыпей, а также рядом других задач, связанных со строительством мостов и эстакад, разведкой месторождений строительных материалов.

На стадии проекта должны быть выявлены оптимальные варианты, решены все инженерно-геологические вопросы, определены основные данные, необходимые для проектирования. Следует полностью исключить возможность активизации инженерно-геологических процессов, способных резко изменить стоимость и продолжительность строительства.

Критерием отбора оптимального варианта является минимум инвестиционных и эксплуатационных затрат при обеспечении устойчивости земляного полотна с учетом комплекса ПОЗ. Кроме того необходимо обеспечение максимальной сохранности ценных сельскохозяйственных угодий и сложившегося природного равновесия, недопущения или предотвращения активизации экзогенных процессов.

В описываемых условиях в процессе инженерных изысканий повышенное внимание должно быть уделено установлению площади развития, типа, интенсивности и особенностей режима проявления геодинамических процессов с целью оценки их влияния на строительство и эксплуатацию трассы. Очевидно, что эти работы должны опережать проектирование продольного профиля автодороги. По существу, на стадии предварительных изысканий до окончания проекта необходимо произвести паспортизацию оползней и других опасных геологических процессов вдоль всей автотрассы, дать их типизацию, изложить принятые гипотезы о механизме развития, составить специальную карту оползневой опасности. Другими словами, необходимо разработать генеральную схему защиты автодороги от опасных геологических процессов, наметить очередность выполнения ПОЗ на отдельных участках [3, 13, 17]. На этой стадии изысканий значительную часть информации, необходимой для инженерно-геологической оценки, можно получить в камеральных условиях в результате обобщения и анализа имеющихся материалов.

Работа с архивами обязательна при подготовке рекогносцировочных инженерно-геологических обследований. Анализ информационной базы дает возможность выявить региональные инженерно-геологические закономерности, знание которых необходимо для выбора рациональных методов исследований и установления оптимальных объемов разведочных работ. К сожалению, именно этому вопросу не уделяется должного внимания, так как проектировщикам не представляется достаточного времени для выполнения этого важного этапа. В дальнейшем это может привести к завышению объемов разведочных и других видов работ, отсутствию возможности целенаправленного проведения инженерно-геологических изысканий, своевременного получения необходимой информации.

Для выбора оптимального варианта трассы на этапе предварительных изысканий в состав инженерно-геологического обоснования должна входить карта районирования территории по степени оползневой опасности. Критерием выделения инженерно-геологических районов служат геоморфологические особенности. Подрайоны выделяются по геолого-генетическим признакам.

При проведении районирования особое внимание следует обращать на [18]:

1. Местоположение оползня не только по отношению к трассе, но и на склоне (относительно базиса эрозии).

2. Характеристики склона (абсолютная и относительная высота, средняя крутизна, крутизна отдельных частей в пределах оползня и прилегающих участков, экспозиция), наличие выходов подземных вод.

3. Форма оползня в плане, его размеры, границы, высота стенки срыва.

Форма оползня дает возможность косвенно получить информацию о литологии и гидрогеологических особенностях оползневого склона. Циркообразные оползни возникают чаще в однородных и макрооднородных песчано-глинистых толщах. Оползни фронтального типа отличаются большой глубиной захвата, характерны для залегающих горизонтально пород при наличии более слабых слоев в основании склона. Оползни угловатых очертаний связаны с участием в смещении жестких пород или же с совпадением поверхности смещения с тектоническими и другими трещинами. Ложкообразные оползни формируются при наличии слабых пород, залегающих в средней и верхней частях склона. Округлые, с суженной горловиной, развиваются в верхней части балок и оврагов, вскрывающих водоносные горизонты. Сложные формы образуются как правило, за счет наложения более молодых элементов морфологии на более старые. Оползни без ясных границ характерны для вязкопластичного течения [9, 19].

4. Геоморфологические особенности, литологический состав и возраст обнажающихся на склоне пород.

5. Предположительные сведения о мощности оползневого тела и форме поверхности в соответствии со схематическим продольным профилем оползня;

6. Предполагаемый тип оползня по механизму.

7. Факторы, сопутствующие активизации оползневого процесса, выявленные на основе опроса местных жителей.

8. Рекомендации по составлению программы разведочных работ с целью уточнения механизма и выбора расчетной схемы для комплексной оценки устойчивости склона, выбора средств ПОЗ.

На этапе предварительных изысканий качественная оценка должна быть уточнена первоначально на основе количественного сравнительно-геологического метода, затем – с помощью расчетных методов, основанных на упрощенных схемах, разработанных в соответствии с принятыми гипотезами о механизме развития выделенных типов оползней.

Основы количественного сравнительно-геологического метода оценки устойчивости оползневых склонов заложены в трудах Е.Н. Емельяновой, Л.Б. Розовского и др. Этим методом устойчивость склона оценивают по соотношению его характеристик (чаще всего высоты и заложения) с характеристиками тех склонов, устойчивость которых предполагается известной. На основе обработки данных полевых измерений методами статистики может быть установлена эмпирическая зависимость между заложением склона ( $L$ , м) и его высотой ( $h$ , м). Подобное уравнение, полученное С.С. Орловым [20] для территории Республики Молдова, в случае предельного равновесия (при  $K=1$ ) имеет вид:

$$L = 0,01h^2 + 2,3h + 91 \quad (1)$$

Исходя из уравнения 1, предложен коэффициент оползневой опасности ( $K_{on}$ ):

$$K_{on} = \frac{h(0,01h + 2,3) + 91}{L} \quad (2)$$

Если  $K_{on}$  находится в пределах 0,7-0,8, то склон обладает запасом устойчивости; при  $K_{on}=1$  склон находится в предельном равновесии, при  $K_{on}>1$  склон может терять устойчивость.

Преимущество представленной зависимости (уравнение 2) состоит в том, что она автоматически учитывает весь комплекс сложных природных факторов, влияющих на оползневые процессы. Однако такой анализ справедлив, если исходить из предположения, что прочность грунта в зоне оползневого смещения всех однотипных оползней в данном районе одинакова. В то же время, прочность грунта в зоне оползневого смещения определяется степенью ее снижения от пикового значения до остаточного (до минимальной прочности). Не всегда снижение прочности происходит в течении одного оползневого цикла. Так как оползни даже в одном районе могут находиться на разных стадиях развития, прочность в зоне оползневого смещения также будет различной [21-23]. В результате неоднократных оползневых смещений глинистые породы утратили свою прочность, а многие оползневые склоны теперь имеют близкие по параметрам профили равновесия, и, следовательно, обладают сопоставимыми значениями механических свойств в зоне оползневого смещения. Это позволяет во многих случаях использовать указанный простой метод оценки устойчивости на этапе предварительных изысканий.

По материалам предварительного обследования разрабатываются и гипотезы о механизме возможных оползневых проявлений, составляется целенаправленная программа разведочных работ и специальные задания для отдельных участков. Ширина полосы ведения этих работ обуславливается, в первую очередь, геоморфологическими особенностями и характером процессов. Количество инженерно-геологических разрезов (поперечников) должно быть достаточным для комплексной оценки устойчивости склонов.

Гидрогеологические условия и режим подземных вод уточняются настолько, чтобы в принципе мог быть решен вопрос об их влиянии на проектируемые сооружения.

Оползневые процессы также выявляются и оцениваются с точки зрения их влияния на проектируемые сооружения. На этой же стадии должен быть собран и материал для разработки ПОЗ [24, 25].

Особое внимание в процессе изыскательских работ необходимо уделить типизации оползневых грунтов и выделению в них инженерно-геологических элементов (ИГЭ), которые дают возможность распространения полученных точечных данных о свойствах пород на толщу в целом и получить в результате статистической обработки значения прочностных характеристик, необходимых для комплексной оценки устойчивости склонов [26, 27].

Особые трудности возникают при изучении макрооднородных песчано-глинистых толщ. Разные исследователи применяют для описания пород свою терминологию, что затрудняет использование полевых описаний для составления генерализованных разрезов, не всегда в полной мере учитывается стратиграфия, генезис и литология пород с одной стороны, а с другой – не дается оценка их строительных свойств и прогноз изменения последних во времени [28].

Для облегчения решения этих задач необходима, прежде всего, тщательная документация всех разведочных выработок. Очевидно, что в полевых журналах не следует делать никаких обобщений, в то же время соблюдать тщательность и

последовательность описания проб по ходу их отбора. При макроскопическом описании глинистых пород обязательно отмечать не только заметные примеси (минеральные или обломочные), цвет в сухом и влажном состоянии, свойства и состояние (карбонатная, пылеватая, жирная, пластичная, твердая и т.д.), включение органических остатков, но и текстуру (пятнистая, беспорядочная, брекчеевидная, микрослоистая, комковатая и т.д.) Особое внимание должно быть обращено на характер и степень нарушения первичного сложения, наличие зеркал скольжения, трещиноватости, ее характера, направленности и т.д. Естественно, что существенную помощь могут оказать материалы геофизических исследований, которые должны предшествовать разведочным работам [1].

Одной из основных задач изыскательских работ является уточнение положений поверхности оползневой смещения на основе анализа зафиксированных поверхностей ослабления и зон повышенной влажности. Эти данные необходимы для выбора схемы генерализованного разреза при выполнении прогнозов устойчивости расчетными методами. На практике чаще пользуются методами предельного равновесия, допускающими что снижение (разрушение) прочности пород равномерно распределено по всей поверхности смещения, чем более сложными методами допустимых деформаций [22].

Впервые вопрос о применимости расчетных методов для оценки устойчивости естественных склонов был рассмотрен Г.С. Золотаревым [29]. Было отмечено, что расчетные методы могут быть успешно использованы лишь при анализе влияния на устойчивость склона отдельных факторов, или оценки эффективности осуществляемых противоползневых мероприятий (ПОМ), но совершенно неприменимы для оценки устойчивости откосов, сложенных породами с высоким структурным сцеплением.

В научно-исследовательской лаборатории механики грунтов ДИИТа для сопоставления между собой результатов расчета устойчивости откосов по методам Терцаги, Чугуева, Бишопы, Тейлора и др. еще в 1965 г. были выполнены соответствующие расчеты на ЭВМ. Различия в результатах расчета по всем этим методам не столь существенны. Выбор метода расчета сравнительно мало влияет на получаемые результаты. В большей степени на итоги расчетов оказывают положение и форма предполагаемой поверхности оползневой смещения, но еще в большей степени – расчетные значения прочности грунта [30, 31].

Для оценки средней прочности пород в зоне оползневой смещения используют метод условного (обратного) расчета. Однако получаемое расчетное сопротивление грунта сдвигу вдоль поверхности скольжения не является величиной постоянной и по мере развития оползня может уменьшаться до остаточного значения. Такой подход позволяет подойти к анализу длительной устойчивости оползневых склонов с учетом возможности снижения прочности грунта в зоне оползневой смещения в процессе деформирования. В этом смысле особое значение приобретает изучение реологических свойств глинистых грунтов.

Для оценки длительной устойчивости оползневых склонов в ДИИТе предложен коэффициент  $K_{ол,у}$ . [30, 31]:

$$K_{ол,у} = \frac{S_0}{S_e} \quad (3)$$

где:  $K_{дл,y}$  – коэффициент длительной устойчивости;

$S_0$  – минимально установившееся сопротивление сдвигу (сдвиг по подготовленной поверхности), соответствующее среднему нормальному давлению по поверхности оползневого смещения (находится по графику, определенному в лаборатории);

$S_e$  – среднее сопротивление грунта сдвигу по поверхности оползневого смещения, соответствующее современному состоянию склона.

Чем ниже значение  $K_{дл,y}$ , тем более катастрофический характер может иметь оползневое смещение. При  $K_{дл,y} = 1,0$  склон достигает предельного положения, и возможность проявления катастрофических смещений по существу исключается.

Таким образом, развитие оползневых склонов при коэффициенте устойчивости больше единицы определяется двумя условиями:

- 1) характером профиля склона и интенсивностью воздействия оползнеобразующих процессов, в частности эрозии;
- 2) соотношением между минимальной прочностью грунта  $S_0$  и средней прочностью в зоне оползневого смещения  $S_e$ .

В итоге, если даже для конкретного оползневого склона на определенный момент будут устранены причины, вызывающие смещения, с сохранением существующего профиля, коэффициент устойчивости при этом не увеличивается. Следовательно, если крутизна склона еще достаточная, при продолжении действия значительных напряжений оползневый процесс на склоне не прекратится, а лишь уменьшится его скорость. Повышение коэффициента устойчивости можно осуществить только за счет изменения в соотношении действующих сил.

Ввиду сложности оползневого процесса, установление причины оползня является очень важной задачей. Совершенно ясно, что для каждого генетического типа оползней преобладающим является влияние того или иного фактора. Если для глубоких оползней скольжения главными причинами являются линейная эрозия, искусственная подрезка склонов, перегрузка их верхней части, реологические свойства грунтов и т.д., то оползни пластического течения (оплывины, сплывы) в основном обусловлены изменением гидродинамического режима в оползневом склоне. Соответственно, различным должен быть и подход к проектированию сооружений.

Для оползней скольжения это могут быть различные типы удерживающих сооружений, контрбанкетты, часто в сочетании с дренажными сооружениями, а также срезка грунта с головной части оползня, регулирование поверхностного стока. Для борьбы с оползнями пластического течения первостепенное значение приобретает строительство дренажных сооружений, особенно лучевых или перехватывающих дренажей, защита от процессов выветривания, регулирование поверхностного стока. Строительство удерживающих сооружений для этого типа оползней практически исключается.

### **Выводы и рекомендации**

Сложность геолого-геоморфологических условий и гидрогеологической обстановки требует различных подходов к оценке подверженности территории к проявлению оползневых процессов. Данные подходы должны подразделяться на



региональные и локальные, для общей оценки оползнеопасности проектируемых трасс автомобильных дорог и локальные – необходимые для оценки устойчивости отдельных склонов и существующих оползней.

Проектирование и строительство автомобильных дорог на потенциально опасной в оползневом отношении территории Республики Молдова требует углублённых исследований инженерно-геологических процессов, способных угрожать автодороге и сопутствующим объектам.

Основу таких исследований должны составить:

- детальные научные изыскания, особенно для ответственных и дорогостоящих сооружений;
- расширенные мониторинговые наблюдения для различных типов оползневых смещений;
- базы данных и специализированные геоинформационные системы;
- усовершенствованные методы численного и пространственного моделирования оползневого процесса;
- специализированные юридические и экономические нормы использования оползнеопасных территорий.

Положительную роль в решении этих вопросов, по мнению авторов должны сыграть совершенствование существующих, разработка и утверждение новых региональных нормативных документов.

### Литература

1. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М.: КДУ, 2008. 424 с.
2. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. II. М.: ПНИИИС ГОСтроя России, 2000. 103 с.
3. Проблемы изучения опасных геологических процессов. Тр. Госстрой СССР. НИИ по инженерным изысканиям в строительстве. М.: Госстрой СССР. 1988. 168 с.
4. Вопросы геотехнического обеспечения дорожного строительства В: Сб. научных трудов МАДИ. М.: МАДИ, 1986. 105 с.
5. Королёв В.А. Инженерная защита территорий. М.: ИД. КДУ, 2013. 470 с.
6. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними). М.: Стройиздат, 1977. 320 с.
7. Билинкис Г.М. Неотектонические предпосылки формирования оползней Молдовы. Геоморфология. 1990, №2, с. 58-66.
8. Доскач А.Г. Эрозионные и оползневые процессы на территории Молдавии. Кишинев, Штиинца, 1978. 80 с.
9. Леваднюк А.Т., Мицул Е.З., Сыродоев Г.Н. и др. Оползнеопасные территории Молдавии и их рациональное использование. Кишинев: АН Молдавии, Штиинца, 1990. 122 с.
10. Монюшко А.М., Олянский Ю.И. Инженерно-геологические особенности сармат-меотических глин Молдовы. Кишинев: Штиинца, 1991. 173 с.

11. Народнохозяйственное освоение территории с развитыми опасными геологическими процессами в Молдавии: Тезисы докладов. Кишинев: Реклама, 1986. 72 с.
12. Неблагоприятные гидрогеологические процессы в Молдавию. Под ред. проф. В.В. Снегового. Кишинев: Штиинца, 1988. 70 с.
13. Оценка инженерно-геологических условий и расчет устойчивости склонов и откосов при проектировании земляного полотна в сильнопересеченной местности. Труды СОЮЗДОРНИИ, 1980. 163 с.
14. Золотарев Г.С., Рагозин А.Л. Закономерности формирования склонов Днестра и методика прогноза их переработки при нестационарном уровненом режиме водохранилищ. Инженерная геология, 1976, №6, с. 47-63.
15. Орлов С.С., Тимофеева Т.А. Геодинамические процессы в Молдавии и борьба с ними. Кишинев: Штиинца, 1974. 70 с.
16. Shaker, Richard R., Sirodov, Gh., Sirodov, I. Landslide susceptibility in the Republic of Moldova: a landscape and multivariate approach for regional assessment. In: Papers of the applied geography conferences, vol. 34. Kent State University, October 2011, p. 288-299.
17. Sîrodov Gh., Mițul E., Ignatiev L., Gherasi A. Baza de date „Alunecările de teren” a sistemului „Geomorfologie” al SIG. In: Analele ale universității “Al. I. Cuza” din Iași (serie nouă). Geografie (supliment). Lucrările simpozionului “Sisteme informaționale geografice” 2000, nr. 6, p. 49-53.
18. Методические рекомендации по инженерно-геологической оценке территории Молдавской ССР при проектировании и строительстве земляного полотна автомобильных дорог (СОЮЗДОРНИИ). Москва, 1983. 28 с.
19. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневых процессов на европейской территории СССР и его региональный прогноз. М.: Недра, 1980. 213 с.
20. Орлов С.С., Тимофеева Т.А., Абраменко П.Г. Противооползневая защита в Молдавии. Кишинев: КПИ им. С.Лазо, 1981. 82 с.
21. Аносова Л.А. Изменение состава и деформационного поведения глин при оползневом процессе. М.: Наука, 1966. 79 с.
22. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я. Развитие оползневых смещений в запредельном состоянии. В: Инж.-геол. свойства глинистых пород и процессы в них. М.: МГУ, 1972, вып. 2, с. 110-119.
23. Туровская А.Я., Тимофеева Т.А. К вопросу о циклическом развитии оползневых процессов. Вопросы геотехники, 1965, № 9, с. 26-31.
24. Гидрогеологические условия Молдавии и методика их изучения. Труды АН МССР. Кишинев: Штиинца, 1973. 144 с.
25. Зелинский И.П. Инженерно-геологический анализ эффективности противооползневых мероприятий г. Одессы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М., 1970. 146 с.
26. Аносова Л.А., Клинова Г.И. Влияние состава и физико-механических свойств среднесарматских отложений на развитие оползневых процессов в центральной Молдавии. В: Инженерно-геологические процессы и свойства грунтов. М., 1980. С. 59-82.
27. Орлов С.С., Тимофеева Т.А., Полканов В.Н. Особенности изучения прочностных характеристик делювиально-оползневых глинистых грунтов

- Молдавии. В: Оползни Молдавии и охрана окружающей среды: Тез. докладов. Кишинев, 27-28 июня 1983. Кишинев, 1983, с.62-63.
28. Тимофеева Т.А. К вопросу о генерализации инженерно-геологических разрезов. В: Тез. докл. Респ. научно-техн. конф. Кишинев, 19-21 апреля 1989 г. Кишинев: КПИ, 1989, с.70.
  29. Золотарев Г.С. Геологические закономерности развития оползней и обвалов: Основы теории их изучения и прогноза. В: Вестник МГУ, Геология, 1974, №4, с. 3-19.
  30. Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я., Черненко Н.Б. О длительной прочности глинистого грунта в массиве на оползневых склонах. В: Основания, фундаменты и механика грунтов. 1978, №5, с. 16-19.
  31. Тимофеева Т.А., Черненко Н.Б. Факторы, определяющие снижение прочности пород в зоне оползневого смещения. В: Исследования устойчивости геотехнических сооружений. Днепропетровск: ДИИТ, 1992, с. 53-57.

*Primit la redacție – 22/09/2017*