

УДК 624.131

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

## **Влияние инженерно-геологических условий на выбор оптимального варианта трассы Кишинэу-Джурджулешть**

### **Abstract**

*On the basis of a detailed reconnaissance survey, sections of the route Chisinau-Giurgiulesti, which may have developed dangerous geological processes (DGP) during the construction of the highway, were revealed. Recommendations for the choice of the optimal route variant were proposed. A list of areas requiring a complex analysis of the natural environment and protection from developing the DGP, was formed.*

**Key words:** motor road, dangerous geological processes, protective measures

### **Rezumat**

*În baza unui studiu de cercetare detaliat au fost stabilite porţiunile traseului Chişinău-Giurgiuleşti pe care, în timpul construirii autostrăzii, pot să se manifeste procese geologice periculoase (PGP). Sunt oferite recomandări privind alegerea variantei optime a traseului. A fost alcătuită lista porţiunilor ce necesită o analiză mai amplă a mediului natural şi de protecţie împotriva dezvoltării PGP.*

**Cuvinte cheie:** drumuri auto, procese geologice periculoase, măsuri de protecţie

### **Резюме**

*На основе детального рекогносцировочного обследования выявлены участки трассы Кишинэу-Джурджулешть, на которых возможно проявление опасных геологических процессов (ОГП) при строительстве автодороги. Даны рекомендации по выбору оптимального варианта трассы. Составлен перечень участков, нуждающихся в комплексном анализе природной обстановки и защите от развивающихся ОГП.*

**Ключевые слова:** дорога, опасные геологические процессы, защитные мероприятия

### **Введение**

Для обеспечения длительной устойчивости земляного полотна автомобильной дороги и безопасности условий её эксплуатации, уже на предварительной стадии проектирования, необходимо с достаточной полнотой изучить геологическое строение района исследований, его геоморфологические особенности, выявить характер геодинамических явлений, способных осложнить строительство и эксплуатацию дороги.

Настоящие исследования являются продолжением работ, проводимых ранее в ТУМе с целью выбора оптимального варианта прохождения трассы Кишинэу-Джурджулешть. В силу ряда причин строительные работы полностью были

---

<sup>1</sup> Технический Университет Молдовы

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

завершены лишь в пределах участка Кишинэу-Рэзень. Дальнейшее строительство автодороги, начатое в конце 90-х годов, было приостановлено. В настоящее время проектирование и строительство ведётся на отдельных, незначительных по протяжённости, участках. Это, по мнению авторов, лишает проектировщиков возможности увидеть наличие всех ОГП и выбрать стратегическое направление трассы с минимальным количеством "неблагоприятных" участков, где ОГП могут осложнить строительство и, как следствие, значительно повысить его стоимость.

В задачи исследования входило проведение рекогносцировочного обследования с выявлением ОГП, способных угрожать будущей трассе, и составление рекомендаций по выбору оптимального варианта её проложения на наиболее опасных участках.

### **Особенности инженерно-геологических условий трассы**

Одним из наиболее сложных на проектируемой трассе является участок Рэзень-Михайловка. На этом участке трасса должна пересекать границу Кодр и Южно-Молдавскую расчлененную равнину, где в силу сложившейся тектонической обстановки выше современного базиса эрозии подняты малопрочные неоген-четвертичные песчано-глинистые толщи. Эти геоморфологические районы Молдовы отличаются высокой оползневой активностью. Современные оползни и потенциально опасные в оползневом отношении склоны занимают более 40 % территории.

Формирование основных черт современного рельефа описываемого района связано со среднеплиоценовой аллювиально-аккумулятивной равниной, дифференцированно приподнятой в аттическую фазу альпийской складчатости. Поднятие оживило деятельность эрозионных и денудационных сил и обусловленных ими оползневых процессов [1, 2].

В начале четвертичного периода произошло новое оживление неотектонической активности, проявившееся в интенсивных и дифференцированных движениях, смене направлений перемещений, активизации многих разломов более раннего заложения. При этом самое большое развитие получили разрывные нарушения [3, 4].

В современном структурном плане выделяются приподнятые и опущенные блоки. Соответственно, поверхности выравнивания на участках поднятий имеют отметки 225-250 м, на участках опусканий – 190-200 м. Остатки первичной равнины в настоящее время сохранились на наиболее возвышенных участках водораздельных пространств, в том числе в районе сел Сагайдак и Михайловка [5]. Слагающие её континентальные отложения, представленные, в основном, бурыми тяжелыми суглинками, глинами и песками, залегают на размывтой поверхности нерасчлененных верхнесарматских, меотических и понтических отложений.

Самой крупной рекой, которую пересекает трасса, является р. Ботна. Долина реки имеет характерную ступенеобразную сбросовую структуру, так как она также заложена по региональному тектоническому разлому. Неотектоникой обусловлены аномальные участки в продольном профиле реки. Лишь на отдельных участках сохранились остатки III и IV среднечетвертичных (среднеплейстоценовых) террас ( $Q_{II}^1$  и  $Q_{II}^2$ ), сложенных отложениями хазарского комплекса.

Долина р. Ботна характеризуется правосторонней асимметрией. Левые склоны долины пологие, нижние их части сложены оползневыми накоплениями. Правые склоны крутые, осложнены глубокими активными оползнями. Оползни в покровных отложениях довольно редки и обусловлены, чаще всего, антропогенными факторами. Поперечные профили склонов, как правило, выпуклые, что свидетельствует о продолжающемся процессе их формирования.

У с. Рэзень траса пересекает крупный правый приток р. Ботна – р. Ботнишоара, также имеющую у с. Милештий Ной перелом в продольном профиле, обусловленный неотектоническими движениями и выражающийся в резком сужении долины и увеличении глубины донного вреза до 2 м. Склоны долины р. Ботнишоара, в верхней части также имеющие выпуклые очертания, книзу выполаживаются, становятся прямыми, на отдельных участках даже вогнутыми.

Вдоль тектонических разломов и трещин закладывается и овражная сеть. Этим могут быть объяснены различная глубина эрозионного вреза и ступенчатые продольные профили донных оврагов, в частности, в пределах Рэзенского леса.

Таким образом, заложение и формирование склонов происходило и происходит в условиях активной тектонической деятельности и тесно связано с развитием эрозионных и оползневых процессов.

Современный рельеф сильно расчленен речными долинами и овражно-балочной сетью. Гряды холмов имеют, в основном, близкое к меридиональному направление. Отметки водораздельных пространств составляют 200-235 м, максимальная глубина эрозионного расчленения в долине р. Ботна достигает 200 м, а на остальной территории – 50-80 м.

Оползни носят унаследованный характер. Об этом свидетельствуют отдельные элементы древних оползней, увеличение мощности оползневых накоплений в нижних частях склонов, где они вскрыты современным эрозионным врезом или разведочными выработками, в частности на участке Рэзенского леса. Оползневые накопления характеризуются нарушением, а иногда и полной потерей текстурных и структурных особенностей первичных пород. В большей мере это относится к оползневым накоплениям, залегающим в нижней части склонов. В верхней части нарушенность первичных пород нередко носит сбросовый характер.

Большое значение в процессе подготовки оползневых смещений имеет формирование, под влиянием изменения напряжённо-деформируемого состояния склона, зон и поверхностей ослабления, в том числе и в виде зеркал скольжения, безусловно, приводящее к уменьшению прочности пород.

Формирование поверхностей ослабления начинается в период осадконакопления, когда в водной среде образуется глинистый осадок с микрослоистой текстурой. В нем уже четко наблюдается ориентировка чешуйчатых минералов вдоль поверхностей напластования. С этого момента создаются благоприятные условия для развития процессов выветривания и образования ослабленных зон в глинистых отложениях. Затем, в результате тектонических и сейсмогравитационных процессов, могут возникать зоны разрывных нарушений, в пределах которых породы претерпевают еще более значительные изменения. По этим зонам процессы выветривания могут распространяться на глубину до десятков метров и более, являясь, таким образом, результатом дальнейшего расширения диагенетической и тектонической трещиноватости.

Существенную роль в разупрочнении пород играет и интенсивность тектонических движений, под воздействием которых на поверхность выходят осадочные породы, залегавшие ранее на глубине под давлением вышележащей толщи пород. В новых условиях глинистые грунты быстро теряют прочность.

Многочисленные поверхности ослабления в глинистых грунтах Молдовы встречаются не только на оползневых, но даже и на склонах другого генезиса. Следовательно, формирование таких поверхностей и подготовка к оползневому смещению начинается задолго до проявления оползня в рельефе, что было в свое время подтверждено не только полевыми наблюдениями, но и результатами моделирования оползней на центробежной машине ДИИТа [6].

В описываемом районе оползневые процессы развиваются в толще отложений плиоцена и нерасчлененных отложений верхнего горизонта херсонского региоподъяруса. Последний прослеживается от широты Кожушна-Крикава до широты Чадыр-Лунги. Его мощность с севера на юг увеличивается до 100 м. В основном – это авандельтовая и дельтовая песчано-глинистая толща, сильно карбонатизированная, с линзами и прослоями известняков. В ее основании встречаются невыдержанные гравийные породы, состоящие из гальки, зеленовато-коричневых глин, мергелей. Выше залегают кварцевые пески, алевролиты и зеленовато-серые глины с прослоями известняков-ракушечников [7].

Нерасчлененные отложения сармат-меотиса представлены песчано-глинистыми образованиями. В северной части они залегают на морских отложениях верхней толщи Бессарабского региоподъяруса, в южной – Херсонского и перекрываются плиоценовыми образованиями, залегающими несогласно на отложениях миоцена и представленными разнообразными фациями: лагунно-морскими, озерно-речными, субаэральными и пр. Отложения эти исключительно разнообразны; в них смешиваются признаки континентальных и морских. Для большинства глинистых пород характерна беспорядочная текстура, свойственная при быстром осаждении при обильном непрерывном приносе однообразного материала в условиях постоянного взмучивании свежего осадка. При отсутствии поверхностей ослабления порода изотропна и обладает достаточно высокой прочностью. Однако, имеющиеся материалы инженерно-геологических изысканий свидетельствуют о том, что в описанных выше глинистых породах выделяются толщи с интенсивным развитием зеркал скольжения [8].

Отложения меотиса в верхней части представлены красноцветными континентальными глинистыми толщами, залегающими на голубоватых песчаных глинах с желто-бурыми и коричневыми пятнами с гнездами песка, друзами гипса и карбонатными стяжениями. На водораздельных пространствах залегают мелкозернистые косослоистые пески с тонкими прослоями глин.

Гидрогеологические условия на склонах, особенно пораженных оползнями, достаточно сложные. Кроме водоносных горизонтов, приуроченных к мощным, выдержанным по простиранию песчаным толщам, отмечается наличие подземных вод в небольших замкнутых песчаных линзах и тонких песчаных прослоях. Подземные воды циркулируют, также, по трещинам в глинистой толще, что приводит к насыщению покровных отложений в периоды выпадения обильных осадков и снеготаяния, снижению прочности пород и активизации оползневых процессов. Способствуют этому и особенности климатических условий описываемого района; прежде всего периодические аномалии в количестве

выпадающих в течение года атмосферных осадков и их распределение по сезонам. Основное количество осадков выпадает весной и осенью, когда преобладают процессы инфильтрации. Так, по данным метеостанции г. Кишинэу, при среднегодовом количестве осадков от 399 мм до 774 мм, в течение 1970–1972 гг. наблюдались значительные отклонения количества выпавших осадков от среднегодовой нормы и, естественно, наблюдалась активизация оползневых процессов, развивающихся в покровных отложениях.

Таким образом, особенности инженерно-геологических условий описываемого района требуют более пристального внимания при обосновании оптимального варианта трассы. Недостаточностью материалов, полученных на первом этапе изысканий, можно объяснить тот факт, что на сложных участках трассы не был выбран единственный вариант.

### **Выбор оптимального варианта трассы. Дискуссия**

От с. Рэзень трасса, пересекая пойму р. Ботнишоара, проходит по дну широкой балки с пологими в нижней части давнеоползевыми склонами. На этом участке неблагоприятных или же осложняющих проектирование факторов практически нет. В верховьях балка раздваивается. При подходе к местному водоразделу возможны три варианта проложения трассы:

**Вариант I** – по водоразделу с подрезкой склона (порядка 5-6 м и более). При этом возникает необходимость проектирования глубокой выемки на подходе к железной дороге. При таком варианте значительно ухудшаются условия установившегося равновесия склонов. Откосы выемок будут подвергаться интенсивным процессам выветривания, что при дополнительном увлажнении может привести к оползанию. Для обеспечения длительной устойчивости откосов глубокой выемки потребуется осуществление удерживающих сооружений в сочетании с водозащитными мероприятиями.

**Вариант II** – вдоль балки, с отходом вправо, по лесу. На расстоянии первых 100-120 м балка достаточно широкая (до 100 м). Этот вариант с точки зрения устойчивости земляного полотна предпочтительнее. Однако особое внимание должно быть обращено на решение вопроса водоотвода. Для этих целей может быть использован неглубокий, порядка 3 м, овраг. Предварительно его будет необходимо укрепить.

По мере приближения к водоразделу балка резко сужается. Овраг углубляется на 20-30 м. Склоны балки становятся крутыми (до 30°). Строительство потребует на протяжении примерно 200 м разработки сложной выемки с устройством удерживающих сооружений. На участке в непосредственной близости размещён пруд. При проектировании потребуются дополнительные гидрогеологические исследования.

При выходе на плато трасса будет следовать вдоль железной дороги вплоть до с. Сагайдакул-Ноу. Осложняющих условий здесь нет.

От с. Сагайдак дорога уходит вправо, пересекая заиленное озеро. Это новый потенциально опасный участок. При прохождении его насыпью, высотой порядка 10 м, необходимо будет осуществить прогноз скорости уплотнения грунта с целью недопущения его выдавливания в процессе возведения и эксплуатации насыпи. При

соответствующем обосновании более предпочтительным в этом случае будет вариант эстакады.

Минуя озеро, трасса выходит на водораздел. Склоны расчленены многочисленными глубокими балками, представляющими собой древние эрозионно-оползневые цирки с отдельными очагами активизации.

По **варианту III** на участке обхода с. Порумбрей дорога пересекает головную часть одного из эрозионно-оползневых цирков. Это наиболее опасный участок. Устройство искусственных сооружений потребует осуществления сложного комплекса защитных мероприятий, как для обеспечения местной устойчивости откосов насыпи, так и устойчивости склона в целом.

В комплекс защитных мероприятий необходимо будет включить работы по борьбе с овражной эрозией, регулированию поверхностного стока, предусмотреть организованный сброс воды в протекающий в основании склона ручей. В противном случае, как показывает дорожная практика, возможно усиление развития эрозионных и оползневых процессов.

Детализация инженерно-геологических исследований позволит уточнить механизм развития оползня, обосновать необходимость устройства и тип удерживающих конструкций. Эффективность выбранных противооползневых мероприятий (ПОМ) следует обосновать, в том числе, методами физического и математического моделирования.

По второму варианту после пересечения ручья у с. Сагайдакул-Ноу, трасса отклоняется на юго-запад и проходит по дну балки, давнеоползневые склоны которой по левому борту осложнены активным оползнем. Далее дорога выходит на соседний водораздел (древний оползневой мыс). Несмотря на то, что этот водораздел шире ранее описанного (вариант I), процессы его формирования не завершены. Отмечаются видимые деформации в районе ПК – 330+00. Активный оползень развивается у ПК – 336+00. Заметные деформации прослеживаются и далее, вверх по склону, вплоть до ПК – 342+00, даже, несмотря на то, что этот участок склона облесен. При выходе на главный водораздел (на участке пересечения с существующей грунтовой дорогой Порумбрей-Сагайдак) потребуется устройство глубокой (более 20 м) выемки, основание которой может быть обводнено.

Изложенное выше позволяет отдать предпочтение варианту I.

Минуя с. Порумбрей, трасса выходит в балку Касым. Рекомендуется осуществить спуск через виноградники, так как здесь обеспечены соответствующие уклоны и устойчивость земляного полотна в целом.

Склоны балки Касым давнеоползневые, с отдельными очагами активизации, в верхней части балки высота склонов примерно одинакова (80...90 м). Правый склон более спокойный, несмотря на то, что крутизна его в нижней части составляет 6...8°. Склон сильно обводнен. Левый склон от ПК – 450+00 прорезан глубокими оврагами. Выходы источников здесь более редки.

При спуске в балку Касым в районе ПК – 367+20 расположено естественное озеро. Аналогичное озеро, ниже по балке, находится в районе ПК – 382+00 ... ПК – 384+50.

Учитывая, что правый давнеоползневой склон балки сильно обводнен, особенно в нижней части, не исключено участие подземных вод в образовании этих озер. В результате усиленного увлажнения на ПК-375+00 отмечаются

поверхностные деформации. При прохождении трассы на этом участке особое внимание должно быть уделено регулированию поверхностного стока, а также решению вопроса консолидации грунтов в основании насыпи.

Далее, вниз по балке от ПК – 406+00 до ПК – 408+50 на расстоянии порядка 75 м от будущей дороги отмечаются следы активизации оползневой процесса. Учитывая категорию трассы, в соответствии с требованиями ландшафтного проектирования, следует предусмотреть в пределах этого оползневой участка регулирование стока и посадку растительности.

На участке трассы от ПК – 442+00 до ПК – 447+00 в нижней части правого склона балки в рельефе четко прослеживается главный оползневой уступ.

От ПК – 451+50 до ПК – 464+00 на склоне местного водораздела крутизной 10...14° отмечаются многочисленные смещения и отдельные оплывины. Однако последние два оползневых участка расположены на расстоянии порядка 200 м от оси трассы. Их влияние на устойчивость земляного полотна может быть оценено при наличии проектного профиля.

В районе ПК – 385+00 ось трассы прижимается к левому склону балки Касым. Склон сложный, начиная от ПК – 450+00 до ПК – 570+00, расчленен глубокими оврагами. Отмечается несколько очагов активизации в виде сравнительно неглубоких оползней скольжения.

От ПК – 465+00 были рассмотрены семь вариантов дальнейшего прохождения трассы, в том числе шесть из них – с выходом из балки Касым по левому склону на окраину с. Михайловка. Ввиду сложности рельефа, наличия многочисленных глубоких оврагов и очагов активизации оползневых процессов варианты I-V следует отнести к неперспективным. Прохождение трассы по варианту VI потребует устройства мощных искусственных сооружений. Это связано с существующим в районе ПК – 557+00 озером и отстойником.

Таким образом, очевидно, наиболее целесообразным следует признать вариант VII – дальнейшего прохождения трассы вниз по балке Касым. Во избежание глубоких подрезок, желательно, чтобы трасса проходила по центру балки вплоть до ПК – 610+00. В случае возможной подрезки основания склонов балки потребуется проведение соответствующих расчетов и, возможно, проектирование удерживающих сооружений.

При выходе из балки Касым у ПК – 610+00 были рассмотрены три варианта:

**Вариант I** предусматривает выход на левый склон балки по участку со сложным пересеченным рельефом. Это требует его тщательной проработки, так как строительство автодороги будет сопряжено с устройством искусственных сооружений в виде тяжелых насыпей и глубоких выемок.

**Вариант II** предусматривает переход на левый склон в верхней части озера. Переход через озеро также потребует устройства искусственных сооружений (тяжелая насыпь, эстакада). Однако устойчивость земляного полотна при дальнейшем прохождении трассы будет обеспечиваться при этом варианте в большей степени, так как склон на этом участке более пологий.

**Вариант III** предусматривает обход озера по правому, пологому в нижней части, склону и также требует устройства искусственных сооружений. Осложняющим обстоятельством является повышенная крутизна (до 12°) левого склона балки в районе ПК – 655+00... ПК – 660+00.

От ПК – 760+00 до ПК – 800+00 трасса, пересекая р. Когыльник, проходит по низкой террасе. Устройство тяжелой насыпи потребует решения вопроса консолидации грунтов. Далее дорога выходит на крутой правый склон, сложенный террасовыми отложениями (в основном песчано-гравийными).

От ПК – 820+00 начинается спуск по существующей гравийной дороге в долину р. Лунга. В районе ПК – 820+00, пересекая левый склон долины р. Лунга, в склоны водораздела врезается глубокая балка, разветвленная в верхней части. По дну левого отвершка отмечается заболоченность, растет камыш. В правом отвершке образованы два искусственных озера.

От ПК – 820+00 до ПК – 862+00 трасса проходит по водораздельному пространству между этими отвершками. Осложняющих факторов на этом участке не наблюдается. При проектировании необходимо оценить устойчивость примыкающих к трассе склонов.

От ПК – 862+00 до ПК – 900+00 трасса проходит в нижней части склона р. Лунга. На отдельных участках его крутизна достигает  $8^\circ$ ; отмечается повышенная обводненность. Один из таких участков расположен на ПК – 877+00...ПК – 892+00, где автодорога будет проходить в непосредственной близости от железной дороги.

Расширение существующей автодороги на этом участке сопряжено с подрезкой обводненного склона. Возникает необходимость обоснования соответствующих защитных мероприятий, связанных, в первую очередь, с регулированием подземного и поверхностного стока и последующей рекультивацией нарушенных участков.

Одним из самых сложных участков является участок обхода с. Кириет-Лунга. Несмотря на то, что трасса здесь проходит по сравнительно пологому водоразделу между двумя балками, на расстоянии порядка 200 м от оси трассы на склонах одной из балок развиваются активные эрозионно-оползневые процессы. Строительство необходимых искусственных сооружений может в значительной степени повлиять на устойчивость склонов и земляного полотна. На этом участке требуется постановка детальных исследований для выяснения механизма, скорости развития процессов, комплексной оценки устойчивости склонов, обоснования защитных мероприятий.

В районе ПК – 930+00, при выходе на водораздел в верховьях балки, наблюдается участок повышенной обводненности.

В связи с изложенным, не исключена необходимость поиска других вариантов обхода с. Кириет-Лунга.

Следующий сложный участок обход г. Чадыр-Лунга. В районе ПК – 1117+00 трасса пересекает долину р. Лунгуца, оба склона которой крутизной более  $10^\circ$ , осложнены глубокими активными оврагами, прорезающими, в основном, супесчаные отложения. По самым крупным из них протекают постоянные водотоки. Выше по течению р. Лунгуца на расстоянии примерно 500 м, расположен пруд. Во избежание глубоких подрезок крутых склонов, на этом участке целесообразно устройство эстакады длиной не менее 500 м. В процессе проектирования следует рассмотреть вопросы борьбы с овражной эрозией.

В районе ПК – 1154+00 при намеченном варианте в непосредственной близости от трассы находится активный овраг. Для оценки влияния развития оврага на устойчивость земляного полотна следует предусмотреть наблюдения за динамикой его развития. Возможно, что на этом участке потребуется разработать



комплекс мероприятий по закреплению оврага или осуществить перенос оси трассы.

От ПК–1310+00 трасса спускается вниз по крутому (порядка  $10^\circ$ ), левому склону р. Лунгуца, осложненному сетью зарождающихся оврагов. Вопрос об устойчивости выемок следует решать параллельно с проектированием профиля земляного полотна. На ПК–1334+30 трасса пересекает железную дорогу, что требует устройства эстакады.

Пересечение долины р. Большой Ялпуг осуществляется по существующей дамбе. У с. Балабану на ПК–1400+00 трасса меняет направление с западного на южное, пересекая безымянный приток р. Большой Ялпуг с глубоким донным врезом в нижней части. Далее от ПК–1407+50 она выходит на существующую автомобильную дорогу Кишинэу-Рени, идущую вдоль р. Большой Ялпуг.

У с. Мирное трасса проложена в основании крутого правого склона долины р. Большой Ялпуг. Склон рассечен крупными балками, в верховьях которых развивается новый эрозионный врез. Между селами Чумай и Мирное в средней, наиболее крутой, части склона развиваются многочисленные овраги, прорезающие песчаные отложения. Весь склон по своему характеру является давнеоползневый. В нижней части склона отмечается повышенная обводненность. При проектировании трассы на этом участке вплоть до ПК–1650+00 следует полностью исключить подрезку склона. Это предполагает, что ось трассы должна пройти по пойме.

На ПК–1770+00, пересекая левый склон балки Гельджигула крутизной  $6-7^\circ$ , трасса переходит на ее правый склон. На этом участке также желательно избегать глубоких подрезок.

От ПК–1800+00 дорога пересекает долину р. Кагул. Правый ее склон крутизной более  $15^\circ$  рассечен глубокими оврагами, однако на участке прохождения трассы условия сравнительно благоприятные. При отсутствии подрезок устойчивость склонов будет обеспечена.

От ПК–1910+00 трасса меняет направление на южное и проходит по существующей автомобильной дороге Кишинэу-Рени. Вплоть до ПК–2060+00 осложняющих прохождение трассы факторов не отмечается.

От ПК–2060+00 трасса спускается по левому, крутизной порядка  $6^\circ$ , склону балки Бужор. Правый склон этой балки аналогичен ранее описанному на ПК–1800+00. Выходы супесчаных грунтов позволяют говорить о возможности обеспечения устойчивости откосов выемок без устройства значительных защитных мероприятий. Об этом свидетельствует современное состояние откосов, не подверженных деформациям в период эксплуатации существующей дороги.

От ПК–2097+00 трасса меняет направление на западное. На ПК–2110+00 она пересекает крутые склоны балки Мындрешты. Склоны балок, хотя и крутые, тем не менее их устойчивость не вызывает сомнений в силу наличия супесчаных грунтов, слагающих их. Об этом также свидетельствует состояние выемок существующей дороги.

Вплоть до г. Джурджулешть (ПК–2130+00) осложняющих условий прохождения трассы не отмечается.

По результатам выполненного рекогносцировочного обследования составлены схема оползневой опасности (рис. 1) и каталог с детальным описанием, выявленных на отдельных участках трассы ОГП.



Рис. 1. Схема оползневой опасности трассы Кишинэу-Джурджюлешть.

Участки, для которых не требуется дополнительных изысканий и, соответственно, капитальных вложений, в описательную часть не включены.

### **Выводы и рекомендации**

На основании выполненных полевых обследований можно заключить:

В целом, трасса проходит в сравнительно благоприятных геолого-геоморфологических условиях. Однако имеется ряд участков, требующих дополнительного изучения инженерно-геологических условий и характера развития геодинамических процессов для комплексной оценки устойчивости земляного полотна с учетом необходимости устройства защитных мероприятий.

Детальных исследований, в первую очередь, требуют участки с активным развитием оползневых процессов – обход с. Порумбрей, с. Кириет-Лунга, г. Чадыр-Лунга; а также потенциально оползнеопасные участки, устойчивость которых может быть нарушена при строительстве – участок Рэзенского леса, выход из балки Касым, обход г. Вулкэнешть и др., на которых планируется глубокая подрезка или устройство насыпей.

На “неблагоприятных” участках необходимо проведение “опережающих” научно-исследовательских работ, которые помогут разработать мероприятия, обеспечивающие устойчивость земляного полотна на гарантийный срок эксплуатации автодороги и минимизировать расходы, связанные с дополнительными противодеформационными мероприятиями.

### **Литература**

1. Boboc N., Sîrodoev Gh. Relieful // Republica Moldova. CN: “Enciclopedia Moldovei” IP, 2009. P. 4-11.
2. Билинкис Г. М. Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху морфогенеза. «Бизнес-элит», „LEXtoria”, Кишинёв, 2009. 184 с.
3. Билинкис Г.М. Неотектоника Молдавии и смежных районов Украины. Кишинёв: Штиинца, 1971. 141 с.
4. Друмя А.В., Иванчук П.К., Каниковский В.И., Негодаев-Никонов К.Н. Тектоника Молдавской ССР. М.: АН МССР. 1961. 44 с.
5. Букатчук П.Д. и др. Отчет о проведенных съёмках континентальных плиоцен-четвертичных отложений, геоморфологической инженерно-геологической в пределах территории места. - 35 XII-XI, Кишинёв, 35-XVII Кишинёв, 1969.
6. Туровская А.Я. Закономерности развития оползневых процессов в зависимости от прочностных и деформационных особенностей глинистых грунтов. Автореф. дисс. на соиск. степени докт. геолог.-минер. н. М. МГУ, 1979. 39 с.
7. Букатчук П. Д., Блюк И. В., Покатилов В. П. Геологическая карта Молдавской ССР, м-б 1:200 000 (Объяснительная записка). Кишинёв, 1988. 180 с.
8. Полканов В.Н. Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. - Кишинэу, ТУМ, 2013. 176 с.

*Primit la redactie – 15 noiembrie 2016*