

УДК 911.52.

**В.Е. Могилянчик, И.В. Пилецкий**

## **Эрозионные процессы культурного ландшафта**

Эрозия почв, получившая большое распространение в Витебской области, представляет собой сложный процесс, который включает механическое разрушение почвы и подстилающей породы водными потоками и каплями дождя, транспортировку мелкозема водными потоками, коррозию (истирание и обтачивание переносимого материала и ложка потока), растворение химического состава почвы и подстилающих пород водой [1]. Составной частью процесса эрозии выступает отложение наносов – обычно в нижнем течении потока. Выделяют плоскостной и линейный виды эрозии с преобладанием первой (для нашей территории). Этому способствуют природные условия Витебщины, в которых доминируют факторы, способствующие развитию эрозионных процессов: преобладание слабоводопроницаемых дерново-подзолистых почв, образованных на ледниковых валунных суглинистых моренах (реже на водно-ледниковых и других отложениях); короткие склоны значительной крутизны; высокое количество атмосферных осадков, а также мощный снежный покров, за счет которого формируются большие запасы воды во время снеготаяния.

Рассмотрим, какие же процессы характерны для витебских оврагов? Исследованиями установлено, что здесь получили широкое развитие такие процессы и явления, как криогенная десерпция, солифлюкция и крип. Все они имеют родственное происхождение, связанное с промерзанием, оттаиванием и смещением по склону грунтов под действием сил гравитации, но в то же время существуют и некоторые отличия их проявления. Так, криогенная десерпция происходит в результате того, что пучение пород при их промерзании направлено по нормали к поверхности, а движение при оттаивании под действием гравитации – в виде сползания вниз по склону. В результате цикла промерзания – оттаивания скорость перемещения приповерхностных грунтов может быть значительной и составлять от 2,5 до 70 см/год [2].

Солифлюкция же представляет собой медленное течение оттаявших льдонасыщенных грунтов, при условии утраты последними структурных свя-

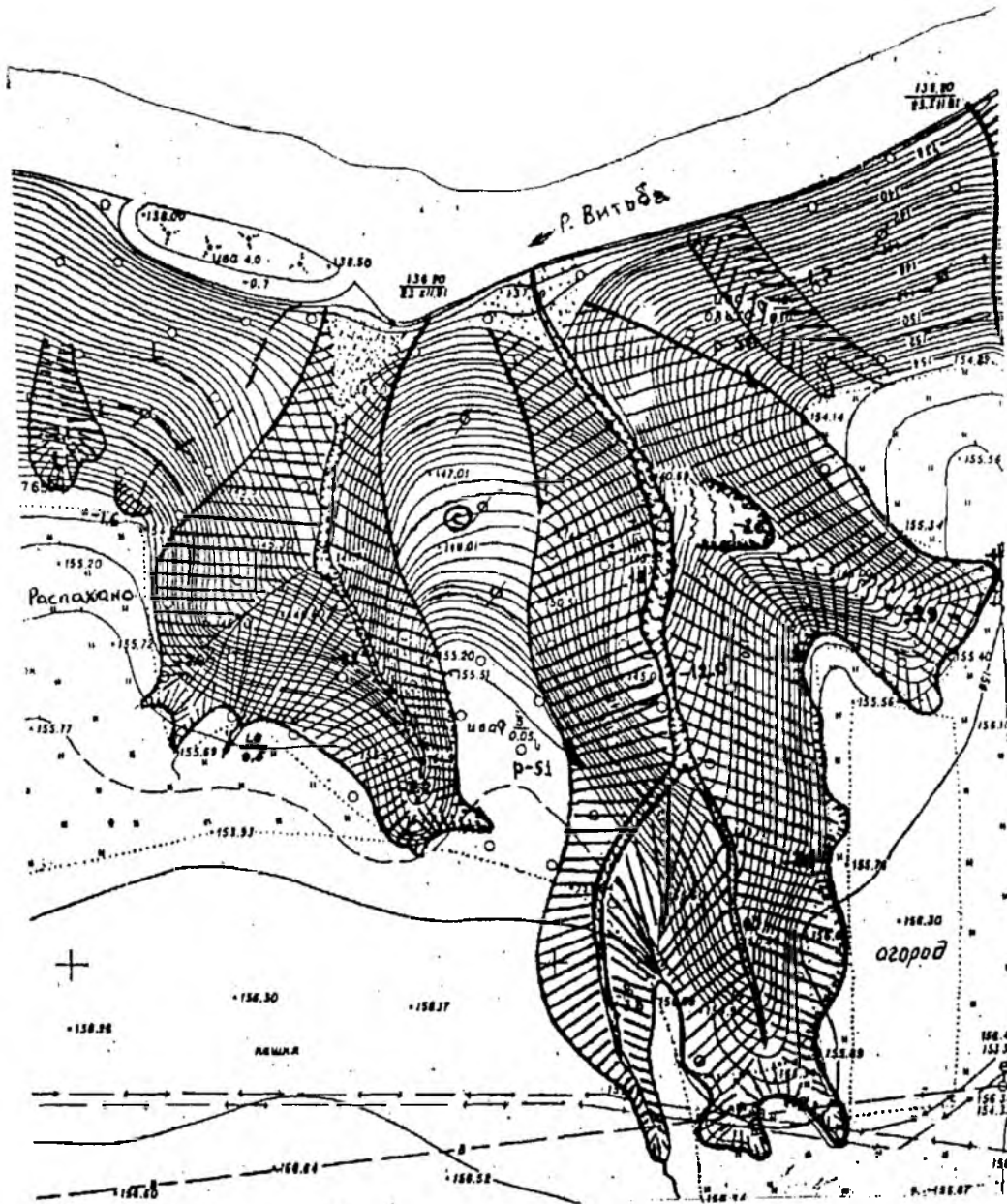
зей с переходом в вязкопластическое состояние. В этом случае их естественная влажность достигает полной влагоемкости, а уклон местности должен превышать  $3^{\circ}$ . При незначительных уклонах развивается медленная солифлюкция – скорость движения грунта обычно не превышает нескольких сантиметров в год. Быстрая солифлюкция характерна для достаточно крутых склонов (не менее  $10-15^{\circ}$ ) [3].

Явления криогенной десерпции и солифлюкции в специфически "чистом" виде можно наблюдать в Витебске при оттаивании мерзлого грунта в парке им. Фрунзе, юго-западнее Дворца культуры, между верхней бровкой склона оврага и асфальтированной пешеходной дорожкой. Здесь оттаявший грунт сползает на бордюр пешеходной лестницы, южнее лестницы отмечается поверхностное сползание на отдельных участках. В обрывистом обнажении вдоль асфальтированной пешеходной дорожки можно наблюдать небольшие по размерам (несколько сантиметров) вязкопластичные течения суглинистого грунта из обрыва.

Развитию криогенной десерпции и солифлюкции способствует также отсутствие на склонах растительно-дернового слоя или его разомкнутость. Особое влияние оказывает и техногенный фактор. Так, утечка воды из проложенного вдоль верхней бровки склона ливневого коллектора придает суглинистой толще откоса свойства пластичности, а увлажнение по трещинам выветривания и размягчение консистенции вызывает при замерзании и оттаивании солифлюкционные течения. На участке коллектора из-за утечки воды, процессов промерзания-оттаивания и суффозионного вымыва из насыпи песчаных частиц происходят неравномерная просадка плит тротуара, осадка склона и деформация бордюрной стенки, вымыв из-под просевших плит талыми и дождевыми водами песка и смыв его по уклону вдоль бордюра в северном направлении на пешеходную лестницу. Изменение консистенции суглинистых грунтов вызывает выдавливание образующейся пластической массы под давлением вышележающих грунтов склона и неравномерную его осадку, на что указывает наклон отдельных деревьев. С наступлением затяжных дождей, при наличии утечек из коллектора и достаточной крутизне склона в год высокольдистых горизонтов мерзлой толщи возможно образование оползня скольжения одновременно с быстрыми солифлюкционными сплывами.

Явления криогенной дифляции и солифлюкции наблюдаются и севернее административного здания Витебского института "Гражданпроект", в районе пешеходной лестницы от ул. Гоголя к Летнему театру, где с крутых незадернованных склонов идет сползание и медленное течение оттаявшего грунта к подошве склона на асфальтированную дорожку. Об этом свидетельствуют наклоненные на склоне деревья. В какой-то мере указанным явлениям способствуют давление корней деревьев, раскачиваемых ветром, а также сотрясения склона от движущегося транспорта. Явление солифлюкции как чисто специфическое, обусловленное только совместным проявлением гравитации и процессов промерзания-оттаивания грунтов, наиболее характерно для районов с суровым климатом [1]. Для районов с умеренным климатом, к которым относится и г. Витебск, в инженерной геологии применяется термин крип. Крип или поверхностная ползучесть – преимущественно зигзагообразные перемещения поверхности склона, возникающие под влиянием температурного расширения и сжатия, замерзания и таяния, разбухания и усадки, деятельности корней растений и роющих животных, антропогенных и других факторов, связанных как с хозяйственной деятельностью человека, так и с перемещениями, вызванными гравитацией. На склонах оврагов повсеместно наблюдается многообразие явления крипа. Но если для склонов оврагов ручьев Дунай и Гапеевский большой удельный вес имеют физико-геологические процессы, то яв-

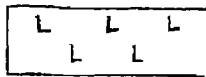
лению крипа в виде сплывов грунта на овражных склонах реки Витьба в большей мере способствуют антропогенные факторы (рис.1).



Условные обозначения:



Овраги активные, растущие (цифры - глубины в м).



Вырубки леса.



Явления крипа, солифлюкция.



Криволесье ("пьяный лес").



Оползень.



Отмели береговые.



Бровка оврага.



Берега обрывистые.

Рис. 1. Физико-географические процессы и явления участка реки Витьба в пригороде Витебска

Выделим наиболее общие закономерности эрозионных процессов культурного ландшафта. В результате утечек воды из коммуникаций, проложенных вдоль бровок оврагов, сбросов на склоны ливневых и хозяйственно-бытовых вод одновременно с эрозионным размывом, насыщения грунтов водой, процессов промерзания-оттаивания, а также действия сил гравитации образуются сплывы грунтов, вызывающие в ряде случаев оползни-сплывы, местами переходящие в оплывины.

Явления крипа на склонах оврагов в виде ступенчатости, микробугристости, наплывов и других микроформ рельефа наблюдаются на участках передвижения людей, выпаса скота. Это в большей степени характерно для овражных склонов р. Витьба (рис.1), а также территорий частных застроек как результат чрезмерной хозяйственной деятельности (добыча у бровок и на склонах песчано-глинистого материала; вырубка деревьев как на склонах, так и на прилегающей к оврагу территории (за зимний сезон к марту 1998 г. были произведены сплошные вырубки ели южнее кладбища, деревьев у бровок и на левобережных склонах оврага р. Витьба севернее ул. Чкалова и выше по оврагу); освоение бровок и склонов оврагов под огороды, нарушение или уничтожение растительно-дернового слоя).

Рассмотрим некоторые характерные примеры развития процессов крипа на склонах оврагов в результате хозяйственной деятельности. Сплывы грунта на левобережных склонах оврага р. Витьба привели к образованию вытянутых по склону выемок глубиной 0,9-1,0 м и шириной 4-8 м, растущих в глубину и ширину; начинают формироваться береговые овраги. Расположение вершин прогрессирующих выемок совпадает с расположением ранее росших вдоль верхней бровки склона полувековых деревьев, спиленных по причине затенения огорода. Удаление спиленных деревьев со склона, нарушение растительно-дернового слоя стимулировали на нарушенных участках развитие процессов поверхностной ползучести и эрозионного размыва с постепенным распространением их за бровку склона (рис.1). На одном участке в районе дачной застройки при сравнении склонов одинаковой крутизны резко контрастируют незалесенные склоны под луговыми травами, по которым нет передвижений и на которых отсутствуют эрозионные склоновые процессы, на фоне расположенных рядом (западнее) залесенных склонов с отдельными вырубками, многочисленными пешеходными тропинками, уничтоженным на большой площади растительно-дерновым слоем, сплывами грунта в виде ступенчатости и микробугристости склона. Примеров такой хозяйственной деятельности здесь множество.

Такие негативные факторы антропогенной деятельности, как нарушение поверхности склонов при передвижении людей и выпасе скота, уничтожение в районах частной застройки дерново-растительного слоя при освоении бровок и склонов оврагов, как правило, инициируют процессы выветривания и дефляции, способствуют плоскостному смыву и эрозионному размыву грунтов [4]. Процессы плоскостного смыва грунтов на склонах, т.е. делювиальные процессы, – смыв стекающими по склонам атмосферными осадками в форме тонких струек частиц породы и отложение их на нижних, более пологих частях склонов; образование у подошвы склонов пологих делювиальных шлейфов – характерны для всех овражных склонов. Однако наиболее развиты они на склонах оврага р. Витьба, особенно в среднем и верхнем течении, а также в районах частной застройки. На участках сужения овражной долины р. Витьба, оврагов ручьев Дунай и Гапеевский продукты делювиального смыва постепенно смещаются вниз по склонам и затем выносятся водотоками. Угол склона, при котором заканчивается процесс делювиального сноса, составляет

в среднем  $4-5^{\circ}$ , то есть при данном уклоне делювиального шлейфа сила дождевых потоков не может преодолеть силу тяжести продуктов сноса.

Следующим важным элементом эрозии является суффозия или, другими словами, процесс выноса фильтрационным потоком своеобразно размытых мелких частиц из толщи пород. Она широко распространена в оврагах р. Витьба, ручьев Дунай и Гапеевский, причем проявления ее весьма разнообразны. Обычно суффозия развивается сравнительно медленно (годы, десятилетия), в целом же характеризует фильтрационные разрушения и фильтрационную неустойчивость пород.

Кроме механического выноса фильтрационным потоком мелких частиц возможна химическая суффозия, заключающаяся в выщелачивании солей из породы. Этот вид суффозии в оврагах хорошо развит на участках выклинивания грунтовых вод, подмыва водотоками склонов, их обрушения и выходов водонасыщенных пород, а также в местах вскрытия грунтовых вод растущими береговыми оврагами. При выходе в основании склона или на склоне водонасыщенных пород и развитии суффозии, особенно в зонах разгрузки грунтовых вод, в результате выноса мелких частиц породы разрыхляются, то есть плотность их уменьшается, а пористость увеличивается. В дальнейшем они уплотняются под влиянием нагрузки вышележащих масс пород, в которых при этом возникают заколы (трещины), деформируются поверхности и зоны ослабления, нарушается устойчивость склонов и откосов, образуются оползни.

Процессы суффозии являются одной из основных причин деформации склонов оврагов р. Витьба, ручья Дунай и практически на всем протяжении – склонов оврага ручья Гапеевский, чему способствует интенсивная береговая эрозия и выходы (выклинивание) грунтовых вод на склонах. На участках выклинивания грунтовых вод на склонах оврага, в полосе выклинивания образуются обрывистые перепады склона. В ряде случаев с большим гидродинамическим давлением фильтрационного потока масса грунта зоны эрозии находится в плавунном состоянии. Выше на склонах в процессе их осадки создаются трещины откола масс грунта. На деформацию и осадку склонов в результате суффозионных процессов указывают наклоненные в сторону водотока деревья. В качестве примера можно привести искусственно созданное ускорение процесса суффозии в парке им. Фрунзе [5]. Здесь сброс стоков от диагностического центра в ручей Гапеевский вызвал развитие русловых процессов – донную и береговую эрозию на участке стока. В результате подмыва северных крутых склонов и вскрытия водонасыщенных грунтов толчок получили суффозионные процессы, на что указывают осадка склона и наклон деревьев, создаются условия образования оползней.

Наблюдения показали, что развитию суффозии на склонах оврагов способствуют следующие обстоятельства:

- определенная неоднородность грунтов, при которой возможно передвижение мелких частиц среди более крупных и их вынос;
- достаточно высокая величина гидродинамического давления в грунтах при фильтрации воды вниз по крутым склонам;
- наличие областей выноса и разгрузки пород от мелких частиц (смыв с крутых склонов, вынос водотоками).

Сочетание перечисленных условий приводит к нарушению внутреннего равновесия в породах и неизбежности развития суффозии.

Таким образом, проведенные исследования показали, что строительство зданий и сооружений, прокладка коммуникаций у бровок оврагов и сброс на склоны всевозможных стоков, хозяйственное освоение территории (вырубка леса, распашка приовражных склонов, выпас скота и т. д.) способствуют ускорению геологических процессов, ранее медленно развивавшихся, во времени,

вызывают к жизни на участках строительства и хозяйственного освоения земель не наблюдаемые ранее геологические процессы, то есть возникают инженерно-геологические (антропогенные) процессы и явления, которые имеют большую интенсивность и скоротечность во времени, характеризуются более ограниченной площадью своего проявления и разнообразным характером в соответствии с конкретной природной обстановкой. Для каждого из оврагов – р. Витьба, ручьев Дунай и Гапеевский – характерно многообразие геологических и инженерно-геологических процессов, основными из которых являются: образование береговых оврагов, оползней, русловые процессы (береговая и донная эрозия), плоскостной смыв, суффозия, явления солифлюкции и крипа. Эти факторы необходимо учитывать как при строительстве всевозможных объектов народнохозяйственного назначения, так и для сохранения привлекательности культурного ландшафта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Овражная эрозия* / Под ред. **Р.С. Чапова**. М., МГУ, 1989. - 262 с.
2. **Рожов А.Г.** Интенсивность роста оврагов в Молдавии // Эрозия почв и русловые процессы. М.: МГУ, 1973. С. 96-102.
3. **Сурмач Г.П.** Водная эрозия и борьба с ней. Л.: Гидрометиздат, 1976. - 391 с.
4. **Трезубов П.С.** Об оценке потенциальной опасности эрозии в связи с фазами развития сельскохозяйственных культур // Оценка и картирование эрозионноопасных и дефляционноопасных земель. М., 1973. С. 88-96.
5. **Голос Н.Н.** Технический отчет о производстве инженерно-геологических изысканий на площадке под строительство ГДК в парке им. Фрунзе в г. Витебске. Объект арх. № 264/1974.

### S U M M A R Y

*Erosion of ground has get a greater spreading in Vitebsk an area-tie. Install that antropogen activity not only accelerates a running the geological processes, as well as causes to life's new, earlier not exist. This must be take account into mastering the territory.*