

**ОЦЕНКА И МЕТОДИКА РАСЧЁТА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
(ЛИТОЭДАФОЛОГИЧЕСКОГО) РИСКА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ  
ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПЛОДОРОДНЫЕ СЛОИ ПОЧВЫ**

**Прасолов А.А.\*, Орлова Н.А.\*, к.г.-м.н. Вольфсон И.Ф.\*\***

*(\*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, 129337, Ярославское шоссе, 26; \*\*Российское геологическое общество (РосГео), 115191, Москва, ул. 2-я Роцинская, д.10, оф. 211)*

**Аннотация.** В работе представлены основные характеристики проведения оценки и расчёта риска опасных геологических и инженерно-геологических процессов на примере оползней. Показаны основные аспекты оценки геологического риска – физический, экономический, социальный и экологический. Обозначены основные особенности экологического риска, выявлены наиболее распространённые методы по его определению. При рассмотрении воздействия оползневых процессов на плодородные слои почвы обнаружены два основных недостатка – недоучёт глубины воздействия оползней на почвенный покров и отсутствие выраженных различий между оценкой риска для живых сообществ (почвенных экосистем) в рамках геоэкологического риска (в данном случае – литоэдафологического риска) и риска для абиотических компонентов (почвенного покрова) в рамках риска окружающей среде (в данном случае – литопедологического риска).

Представлены различные методики и учёты аспектов при оценке геоэкологического риска, отмечены медико-социальные проблемы, потенциально вызываемые оползневыми процессами.

**Ключевые слова:** геоэкологические риски, оползневые процессы, почва.

**ASSESSMENT AND CALCULATION METHODOLOGY OF GEOECOLOGICAL  
(LITHOEDAPHOLOGICAL) RISK OF LANDSLIDES DURING THE INFLUENCE TO  
FERTILE LAYERS OF SOIL**

**Prasolov A.A.\*, Orlova N.A.\*,**

Candidate of Sciences in Geology and Mineralogy **Volfson I.F.\*\***

*(\*Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoye Sh., 129337, Moscow, Russia; \*\*Geochemistry RosGeo, str. 2-d Roshchenskaya, h.10, off.211, Moscow, 115191, Russia, )*

**Abstract.** The paper presents the main characteristics of assessment and calculation of the risk caused by hazardous geological and engineering-geological processes on the example of landslides. The main aspects of assessing geological risk are shown – physical, economic, social and ecological. The main features of ecological risk are indicated, the most common methods for determination it are identified.

When considering the impact of landslide processes on fertile soil layers, two main drawbacks were found - underestimation of the depth of the landslides' impact on the soil cover and the absence of pronounced differences between risk assessments for living communities (soil ecosystems) within the framework of geoeological risk (in this case, lithoedaphological risk) and risk for abiotic components (soil cover) within the environmental risk (in this case, lithopedological risk).

Various methods are presented and aspects taken into account for the assessment of geoeological risk, medical and social problems, potentially caused by landslide processes, are noted.

**Keywords:** Geoeological risks, landslide processes, soil.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время оценка и расчёт риска опасных геологических и инженерно-геологических процессов является одной из наиболее трудных и актуальных задач в рамках инженерных изысканиях для различных видов строительства. Хотя необходимость оценки риска опасных процессов может быть прописана в задании согласно действующим нормативным документам, к сожалению, в настоящее время существуют только региональные нормативные документы для решения поставленной задачи (например, Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы, 2002). В настоящий момент проработаны вопросы, связанные с оценкой физического, экономического и социального риска опасных геологических процессов, однако оценка экологического риска стала рассматриваться совсем недавно и в настоящий момент имеется малое количество методик для его расчёта.

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

В частности для экологического риска существуют методика Рагозина [Рагозин, 1995], по которой оценка экологического риска может быть представлена отношением площадей территории, подверженных опасными процессами (поражёнными), по

отношению ко всей изучаемой площади. Так, подобная методика применялась для процессов опустынивания, в частности физический риск территорий определялся по скорости потери почвенного гумуса в т/га за 1 год [Убугунов, Куликов, Куликов, 2011]. В данном случае эта формула показывала риски опустынивания земель или сельскохозяйственных угодий региона.

Аналогично оценка экологического риска может проводиться и для других опасных геологических процессов (оползней, обвалов, карста, суффозии и т. д.). Однако если по методике Рагозина воздействие подобных геологических процессов рассматривалась только на поверхности для различных типов растительности (то есть оценка была по площади поражения процессов), то в настоящее время с учётом развития трёхмерных методов расчёта возникла возможность учёта не только поверхностного воздействия. Таким образом, существует возможность оценить воздействие опасных геологических и инженерно-геологических процессов на ландшафты, педосферу и гидросферу (на поверхностные водотоки), при этом тогда возможна двойственная оценка риска: как абиотических сфер, в которых развиты различные экосистемы, испытывающие воздействие, так и непосредственно как компонентов окружающей среды, поражаемых опасными процессами.

В случае воздействия оползающих горных пород на педосферу (почвенный покров) мы можем рассматривать соответственно подвид геоэкологического риска (литозедафологического), при котором может быть оценён объём нарушенного плодородных слоёв почвы (горизонта А – подстилки и аккумулятивно-гумусового слоя), а также подвида риска окружающей среде (литопедологического), в котором может быть в целом быть оценена поражённость почвенного покрова в пределах развития оползневого процесса. В подобном случае сама формула расчёта риска будет выглядеть как отношение объёма поражённого почвенного покрова к объёму всего покрова на рассматриваемой территории:  $Rec(H) = Ps(H) / Vt$ ; где  $Ps(H)$  – объёмная вероятность поражения объекта в пространстве [Рекомендации по оценке геологического риска..., 2002], а  $Vt(H)$  – объём, в пределах которого может проявиться опасность.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Таким образом, в результате оползневых процессов происходит уничтожение почвенно-растительного покрова, среды обитания флоры и фауны, загрязнение и изменение ландшафта и водоемов, восстановление имеет порой длительный период. При уничтожении лесного покрова или сельскохозяйственных угодий, происходит загрязнение водоемов путем попадания большого количества взвешенных и органических веществ.

При этом по данным [Smith et al., 1986] восстановление лесного покрова происходит значительно дольше, чем при вырубке леса, а продуктивность примерно на 70% сокращается по сравнению с теми, что были вырублены. Оползневые процессы способны изменять свойства почв, химический состав, и зависеть от изменения гидрологического режима. М. Гиртсема [Geertsema, 1995] обнаружил, что из-за обрушения оползневых масс меняется показатель рН и химический состав почв, который сильно зависит от состава привнесенного материала. Оказывая влияние на материнскую породу, смещая перегнойно-аккумулятивный материал вместе с органическим, оползни изменяют свойства почв.

При оценке литоэдафологического риска оползневых процессов ключевым вопросом является определение критерия плодородности части почвенного покрова для развитой в пределах опасной территории экосистемы и возможности её изменения при возникновении процессов. Для различных экосистем (лесной, луговой, степной, болотной, озёрной и т. д.) будет установлен свой критерий плодородности почвы (например, содержания гумуса), при нарушении которого может произойти их сукцессия. Таким образом, сама методика подобного расчёта сводится к решению следующих задач: расчёта устойчивости оползневого склона; определению возможного площадного перемещения оползневого тела с учётом глубины срезания верхних слоёв почвы под собственным весом; оценки мощности плодородного слоя почвы в пределах оползнеопасной территории; расчёта литоэдафологического риска от оползневого процесса для рассматриваемой экосистемы.

Подобная методика может быть применена при оценке геоэкологического риска и риска окружающей среде также при воздействии оползня с другими смежными средами, например, на различные типы ландшафтов или на гидрологические объекты. Например, при перекрытии реки – насколько изменятся гидрологические характеристики данного водоёма после перекрытия его оползнем (скорость, глубина, заиленность) и насколько может пострадать или измениться существующая в данном водоёме экосистема (например, при переходе водоёма от лотического (текущего) к лентическому (стоячему)). Изменение гидрогеологического режима также оказывает влияние на состав почв. В случае обнажения водоносного горизонта, может произойти замена глеевых или торфяно-болотных почв на подзолистые. Если водоносный горизонт окажется погребен массой грунта, то влажные торфяно-болотные почвы могут быть изменены на более сухой тип почв.

География распространения оползней, как на территории России, так и по всему миру, очень обширна, кроме того, они несут сильные и значимые последствия от

разрушений по социально-экономическим аспектам, особенно если они происходят в горных территориях или в тропических зонах, особенно, где высокая степень проявления сейсмической активности сочетается с большим количеством осадков, либо в регионах, где сочетаются сложные природные условия, это может быть переувлажнение территории и деградация вечной мерзлоты, сложный орографический рисунок местности.

Еще одной медико-социальной проблемой, связанной с активизацией оползневой деятельности вследствие землетрясений, является выброс из почв спор токсичных микроорганизмов – грибков кокцидий, вызывающих тяжелое заболевание кокцидиоидомикоз – «лихорадка долины» (пример – Нортриджское землетрясение в Калифорнии, 1994 г.) [Freedman et al., 2018]. Кокцидиоидомикоз – респираторное заболевание, вызываемое диморфными грибами рода *Coccidioides*. Возбудители кокцидиоидомикоза в сапробной фазе растут и размножаются в почвах США, а также некоторых регионов Центральной и Южной Америки. Кроме того, завозные случаи кокцидиоидомикоза диагностированы во многих странах мира.

В результате оползневых, эрозионных, обвально-осыпных и прочих процессов происходит ухудшение естественного растительного покрова. В результате схода оползней происходит обнажение грунтов, срыв почвенно-растительного покрова, и из-за сильной крутизны и поверхностного смыва самозаростание длится порой долгий период. При перемещении оползневых масс можно ожидать высвобождение и перенос в окружающую среду почвенных бактерий, в частности актиномицетов [Зенова, 1992]. Актиномицеты широко расселены в окружающей среде – в воде естественных водоемов, почве, воздухе, их много на растительных и животных остатках, находят их в сене, злаках, на внутренних стенах жилых и производственных помещений. Но особенно их много в культурной почве – из 1 г могут высевать от нескольких сотен до миллиардов актиномицетов. Патогенные актиномицеты вызывают актиномикоз, коринебактерии – дифтерию, микобактерии – туберкулез, нокардии – нокардиоз. Споры актиномицетов могут вызывать аллергические заболевания. Чаще инфекция в организм попадает из внешней среды, но иногда и из очага хронической инфекции в самом организме человека.

Типичным для большинства речных обрывов или оврагов для территории платформенной части России является закономерное чередование напластований геологических слоев, при которых создается яростность осадочного чехла, в котором находят себе места гнездования птицы, или норные животные. Среди представителей флоры, проживающих на склонах и обрывах, выделяют различные виды птиц, грызунов, лисиц и прочие. Первые птицы, прилетающие на новое место, выбирают наиболее удобные места, образуют центр колоний, остальные селятся вокруг него. Птицы

выбирают в основном определенные физические свойства пород, удобные для построения гнезд – это рыхлые пески, твердые меловые отложения, опоки, мергели и т. д. Оползневые участки чаще заселены небольшим количеством птиц.

## **ВЫВОДЫ**

В ходе данной работы выявлены основные особенности оценки геоэкологического риска от опасных геологических и инженерно-геологических процессов на примере оползней. Показано, что в настоящее время оценка экологического риска в нормативной документации для почвенного покрова базируется на первоначальной оценке физического риска, впоследствии дополняемой такими параметрами, как площадь потерянных сельскохозяйственных угодий или по скорости потери почвенного гумуса. При этом недооцениваются следующие два важнейших параметра – во-первых, геологические и инженерно-геологические процессы, в том числе оползневые, являются объёмными и воздействуют не только на площадь почвенного покрова, но и на его глубину. Во-вторых, оползневые процессы могут влиять как на живые сообщества, в частности на экосистемы в почвах или водоёмах, так и на абиотические компоненты окружающей среды, в частности на почвенный покров или водоёмы. Тогда в первом случае рассматриваются геоэкологические риски (в рамках воздействия оползневых процессов на почву – литозедафологический риск), а во втором случае – риски окружающей среде (при аналогичном воздействии – литопедологический риск).

Несмотря на большие трудности при количественной оценке подобных воздействий, они имеют значительные перспективы для уменьшения уязвимости и более грамотного использования плодородных слоёв почв. Также возможна постепенная апробация методик и последующее их включение при оценке риска в рамках нормативно-технической документации.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Зенова Г.М. Почвенные актиномицеты. // М.: Изд-во МГУ, 1992. 81 с.
2. Рагозин А.Л. Современное состояние и перспективы оценки и управления природными рисками в строительстве // Анализ и оценка природного и техногенного риска в строительстве. М.: ПНИИИС, 1995. С. 7-25
3. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. Москомархитектура, 2002.
4. Убугунов Л.Л., Куликов А.И., Куликов М.А. О применении технологии риск-анализа для оценки экологической опасности опустынивания (на примере Республики Бурятия) // Сибирский экологический журнал. №2. 2011. С. 239-249
5. Freedman M., Jackson B.R., McCotter O., Benedict K. Coccidioidomycosis Outbreaks, United States and

- Worldwide, 1940–2015 // *Emerging Infectious Diseases*. 2018-3. Т. 24, вып. 3. С. 417–423.  
doi:10.3201/eid2403.170623
6. Geertsema M. The Mink Creek earthflow // M. Geertsema, Smithers BC: Forest Sciences Prince Rupert Forest Region, 1995. p. 1-5.
7. Smith R.B., Commandeur P.R., Ryan M.W. Ministry of Forest. Soils, vegetation, and forest growth on landslides and surrounding logged and old-growth areas on the Queen Charlotte Islands. Victoria. 1986.