

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВОГО ПРОЦЕССА НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.И. Зотов

В статье предложена классификация оползней, наиболее полно отражающая развитие процесса на территории г. Н.Новгорода с учетом основных оползнеобразующих факторов. Выполнен пространственный прогноз развития опасных геологических процессов для нагорной части г. Н.Новгорода. Представлены результаты количественного прогноза развития оползней в зависимости от солнечной активности.

Ключевые слова: оползни, классификация оползней, пространственный и количественный прогноз развития оползней.

Нижегородская область является одним из крупнейших промышленных районов Российской Федерации. Район вытянут с севера на юг на 90 км, с запада на восток – на 116 км. Большая часть урбанизированной территории тяготеет к крупным рекам региона - Оке и Волге. В прибрежной зоне этих рек находятся такие крупные города, как Нижний Новгород, Балахна, Павлово, Богородск, Бор, Дзержинск, Кстово, в которых развиты различные отрасли промышленности (целлюлозно-бумажная, машиностроение, легкая и химическая промышленность, нефтеперерабатывающая, стекольная). Развивающиеся экзогенные геологические процессы на протяжении десятков и сотен лет причиняли и причиняют большой материальный ущерб перечисленным городам, заставляют постоянно бороться с развитием опасных процессов и их последствиями, строить защитные сооружения и проводить мероприятия профилактического характера.

Виды процессов на рассматриваемой территории довольно разнообразны: выветривание, денудация, овражная и речная эрозия, оползневой, карстовый, карстово-суффозионный и суффозионный процессы, обвалы, осыпи, морозное пучение, наледи, заболачивание, переработка берегов после сооружения Чебоксарского водохранилища.

Из природных экзогенных геологических процессов наиболее опасными по внезапности проявления и по площади развития являются оползневой, карстовый и карстово-суффозионный. Подготовка этих процессов идет в глубине земли, признаки предстоящего проявления часто отсутствуют, основные смещения происходят внезапно и быстро, на урбанизированных территориях это всегда приводит к авариям и к большому экономическому ущербу. Овражная эрозия, заболачивание и подтопление развивается более медленно, а главное, их развитие наблюдается визуально [1,2].

Зотов Д.И., ННГАСУ;
Россия, г. Н.Новгород; zot_dima@list.ru

© Зотов Д.И., 2014

Из всех административных центров Нижегородской области наиболее изученным является г. Нижний Новгород. Территория Н.Новгорода весьма не одинакова по геоморфологии, по геолого-гидрогеологическим условиям и, как следствие, по комплексу опасных природных геологических процессов. Она резко подразделяется на возвышенную густо расчлененную оврагами нагорную часть и низменную с ярусом аллювиальных террас заречную часть.

В заречной части преимущественно развиты карст, подтопление, заболачивание. В нагорной части развиты оползни, овражная эрозия и подтопление в условиях сложившейся плотной городской застройки.

На территории Н.Новгорода угроза оползневой процесса существовала с древних времен и значительно усилилась в последнее столетие в связи с ростом населения и освоением новых территорий, часто опасных в оползневом отношении.

Первые сведения об оползнях г. Н. Новгорода встречаются в летописных и архивных материалах, относящимся к XV – XVI векам. Эти оползни имели катастрофический характер [3, 4]:

- 1422 г. / или 1445 – 1495 г.г. На правом берегу р. Оки на Гремячей горе, в районе Нижегородского Благовещенского мужского монастыря, против современного Окского моста (по мнению П.И. Мельникова) произошел огромный оползень. Он разрушил в то время слободу «под старым городком», о чем в летописи сообщается следующим образом: «И божьим изволением грех ради наших оползла гора сверху над слободой и засыпала в слободе сто пятьдесят дворов и с людьми и со всякою скотиною»;

- 18 июня 1597 г. На правом берегу р. Волги в 1 км ниже существующего Нижегородского Вознесенского Печерского монастыря (основанного в 1328-1330 г.г.) произошел громадный оползень, разрушивший каменные монастырские церкви, кельи, сушила, погреба и прочие монастырские здания: колокольню же с колоколами совсем повалило, о чем в летописях сообщается следующим образом: «... 18 июня 1597 г. ... в третьем часу ночи,

оторвавшись от матери земли оползла гора и с растущем на ней лесом вдвинулась в Волгу сажень на 50, а местами и более, вследствие чего на реке поднялось страшное волнение: стоявшие на воде под монастырем суда выбросило на берег сажень в 20 от воды и более. Когда оползень оселся, в горе образовалось множество ключей».

Вся история существования г. Н.Новгорода, вплоть до настоящего времени неразрывно связана с оползневым процессом, который активно развивался и формировал ландшафт нагорной части старинного города.

В геоморфологическом отношении нагорная часть города представляет собой Окско-Волжское водораздельное плато, ограниченное с запада крутым Окским склоном, с севера и востока – менее крутым Волжским склоном, с юга – водоразделом между долинами Рахмы и Кудьмы. В меридиональном направлении плато пересекается долиной реки Ковы, в которую открываются 30 оврагов различной протяженности. В южной части почти в широтном направлении протягивается долина Рахмы, борта которой осложнены 25 оврагами. Причем

особого внимания заслуживает овраг, открывающийся в долину Рахмы у д. Федяково. Овраг начинается в микрорайоне Щербинки-2, почти от проспекта Гагарина, в 200,0 м от вершины оврага Малиновая гряда, секущего Окский склон. Борта этого оврага, в свою очередь, пересекаются 17 оврагами. К реке Оке выходят 16 оврагов, по двум из которых проходят съезды.

Волжский склон менее осложнен оврагами (всего 5 оврагов), по одному из них в д. Подновье проходит съезд. Таким образом, на площади 144 км² проходит 2 долины малых рек и около 90 оврагов, длиной от 150–200 до 1400–4700 м. Протяженность Окско-Волжского склона в пределах нагорной части города составляет 27 км. Средняя крутизна склона – от 8 до 18°, отдельных частей склона – до 23–28°. Борта долин и оврагов имеют аналогичную крутизну.

Схема овражно-балочной сети нагорной части г. Н.Новгорода по состоянию на 2012 г. представлена на рисунке 1. Густота овражно-балочной сети составляет 0,6 – 0,8 км/км².

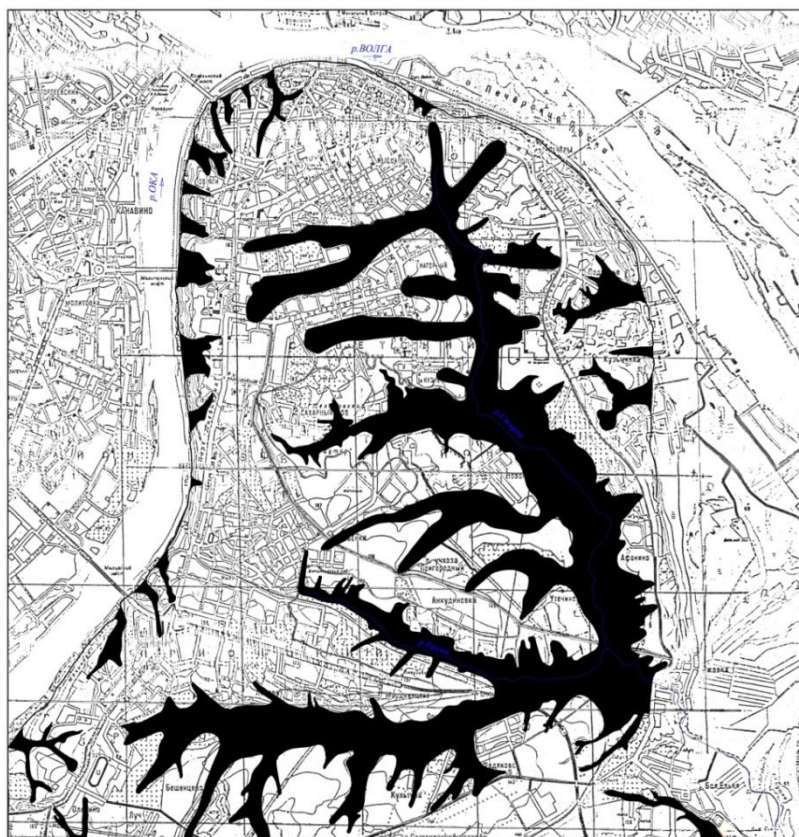


Рис. 1. Схема овражно-балочной сети нагорной части г. Н.Новгорода по состоянию на 2012 г.

Высокая расчлененность рельефа является предопределяющей в развитии оползневого процесса, который является неотъемлемым спутником при развитии овражно-балочной сети территории.

Для классификации оползней Нижегородско-Чебоксарского Поволжья наиболее приемлема классификация К.А. Гулакяна, В.В. Кюнтцеля (таблица), которая наиболее полно отражает особенно-

сти развития оползней в породах татарского яруса и отложениях четвертичной системы [5].

Она позволяет учитывать факторы–условия образования оползней (крутизна поверхности, геологическое строение, гидрогеологические условия, физико-механические свойства пород) и факторы–процессы, обуславливающие динамику оползней (климатические условия, режим подземных вод, подмыв основания склонов), т. е. в конечном итоге кинематику и динамику оползневого процесса. Существующие представления о механизме оползневых процессов позволяют разделить все многообразие оползней на 2 группы. Согласно указанной классификации, к I группе относятся оползни, приуроченные к породам коренной основы, отличающиеся относительной сохранностью первоначальной структуры смещающихся пород, ко II – оползни с полным изменением структуры, состояния и свойств всей массы смещающихся пород четвертичной системы.

Оползни I группы происходят сравнительно редко, захватывают часть склона, иногда весь склон от плато до уреза реки и ниже, часто смещением захватывается и прирочная часть плато шириной до 4–8 м. В этой группе выделяют 3 типа оползней, отличающихся механизмом смещения и морфологическими особенностями.

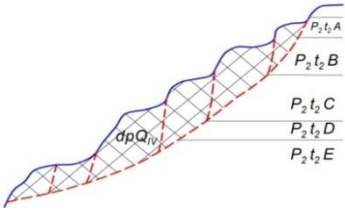
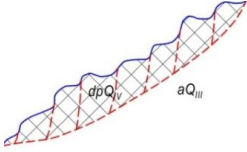
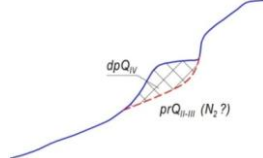
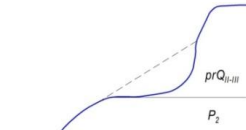
Оползни выдавливания производят большое впечатление своими размерами. Происходят они вследствие раздавливания пород в глубине массива и последующего их выдавливания. Подго-

товка оползня идет скрытно, смещение происходит буквально за несколько минут и часто носит катастрофический характер. Под оползшими породами могут оказаться здания и люди. Если появляются трещины за 1–3 суток до основного смещения и их удастся своевременно обнаружить, то жертв и большого материального ущерба удастся избежать. Длина оползней этого типа обычно составляет 80–100 м, ширина достигает до 150–200 м, глубина захвата смещением до 20–30 м, в отдельных случаях до 40–50 м. Для оползней выдавливания характерна крутая, почти вертикальная стенка срыва высотой до 15–20 м, наличие крутых ступенчатых склонов с почти горизонтальной поверхностью и вала выпирания (вала выдавливания) у подошвы оползня.

Оползни выплывания образуются при выплывании обводненных песчаных разностей пород вследствие действия веса вышележащих пород и при высоких значениях гидравлического градиента. Основным деформируемым горизонтом (ОДГ) чаще всего являются алевролиты глинистые, реже песчаники глинистые тонкозернистые. Оползни выплывания происходят редко, признаки начавшегося смещения могут быть обнаружены за несколько дней по выносу песчаных частиц вместе с выклинивающимися подземными водами. Длина оползней от 20 до 50 м, ширина может достигать 60–100 м, глубина захвата смещением 6–10 м, стенка срыва почти вертикальная, но высота её обычно не превышает 5–7 м.

Таблица

№ п/п	Группа оползней	Тип оползня	Механизм смещения	Типовая схема оползня	Возраст пород основного деформируемого горизонта (ОДГ)
1	2	3	4	5	6
1	Первая группа	I Выдавливания	Смещение крупных блоков пород вследствие раздавливания и выдавливания относительно слабых слоев, залегающих в основании склона, реже в основании наиболее крутой части склона, сложенной песчано-глинистыми породами		ОДГ – глины и мергели глинистые в толще пород горизонтов P ₂ t ₁ E, P ₂ t ₁ F, реже в горизонте P ₂ t ₂ B (обычно при подрезке склона)
2		II Выплывания	Смещение блоков пород при выплывании водонасыщенных слоев при высоком гидравлическом градиенте		ОДГ – песчаники глинистые тонкозернистые и мелкозернистые слабо сцементированные и алевролиты глинистые в толще пород горизонта P ₂ t ₂ B

3		III Скольжения	Смещение выветрелого слоя коренных пород вследствие мгновенной потери прочности при хрупком разрушении либо при увлажнении. Плоскость скольжения почти параллельна рельефу склона до смещения. Оползни захватывают небольшую часть склона, либо почти весь склон		ОДГ – подошва зоны выветривания пород горизонтов P ₂ t ₂ A, P ₂ t ₂ B, P ₂ t ₂ C, P ₂ t ₂ D, P ₂ t ₂ E
4		IV Течения	Смещение поверхностных четвертичных отложений в виде мелких блоков при увлажнении пород до текучего состояния атмосферными осадками и подземными водами		ОДГ – четвертичные отложения любого генезиса (ed, a, pr, dp)
5	Вторая группа	V Проседания	Незначительное по глубине и амплитуде блоковое смещение неяснослоистых лессовидных суглинков и супесей вследствие просадочных свойств пород		ОДГ – наиболее пористый слой в толще лессовидных отложений prQ _{II-III} (N ₂ ?)
6		VI Разжижения	Внезапное разжижение и смещение в виде грязевого потока, вследствие мгновенной потери прочности лессовидных пород столбчатой отдельности в результате интенсивного замачивания атмосферными осадками		ОДГ – лессовидные суглинки и супеси prQ _{II-III} , обычно на контакте с коренными породами. На месте оползня остается пустая колба выплывания, а разжиженные грунты спускаются вниз по склону

Оползни скольжения наиболее распространены среди оползней I группы. Смещением захватывается выветрелая зона коренных пород и покрывающие их четвертичные отложения. Смещение происходит быстро, вследствие хрупкого разрушения пород, переходящего в срез. Длина оползней 30–80 м, ширина 50–60 м, глубина захвата смещением от 5 до 10–15 м. Для оползней скольжения характерно наличие мелких ступенеобразных блоков пород, запрокинутых в сторону склона.

Оползни I группы обычно происходят на склонах с коэффициентом устойчивости 1 и менее, при крутизне склонов 18–28° и более, при наличии в разрезе слоев пород с пониженными прочностными характеристиками (чаще всего это глины). Оползни выдавливания чаще всего происходят на вогнутых склонах, в январе–феврале, когда снеговой покров достигает максимальной высоты, оползни выплывания образуются обычно в весенний период, при высоком уровне подземных вод, оползни скольжения могут происходить в любые сезоны года, но, как правило, при значительном увлажнении пород на большую глубину.

Оползни II группы составляют 80–95 % от общего количества оползней, происходят ежегодно на склонах крутизной 8° и выше, особенно активны в весенний период. Основные оползнеобразующие факторы – атмосферные осадки, подземные воды, подмыв основания склона. В этой группе выделяются также 3 типа оползней.

Оползни течения наиболее распространены. Основной деформируемый горизонт – выветрелая зона глинистых пород. Глинистые породы под действием атмосферных осадков, либо различного вида вод (подземные в период высокого положения уровня, техногенные и др.) приобретают текучее состояние, и начинается медленное смещение пород, которое может продолжаться от нескольких суток до 1–2 месяцев. Размер оползней довольно различен: длина до 12–20 м, ширина до 20–50 м, глубина захвата смещением от 3 до 5–8 м. Иногда происходит массовая активизация оползней и границы между соседними оползнями трудно установить.

Оползни проседания встречаются очень редко и поражают только лессовидные суглинки и супеси, для которых характерным признаком явля-

ется их просадочность. Размер оползней небольшой: длина редко превышает 20–30 м, ширина 30–40 м, глубина смещения чаще до 3–4 м, реже до 5–6 м. Стенка срыва оползней обычно почти отвесная высотой 1,5–2,0 м. Основным оползнеобразующим фактором являются атмосферные осадки в виде затяжных дождей.

Оползни разжижения – смещение пород в виде грязевого потока, вследствие мгновенной потери прочности. Оползням этого типа подвержены только лессовидные суглинки. Возможно, это связано с их макропористостью и столбчатой отдельностью. Смещение происходит быстро (1–3 минуты)

и на месте оползших пород остаются лишь пустые колбы выплывания. Разжиженные породы устремляются вниз по незатронутому смещением склону и растекаются по встречным террасам, либо по дну оврагов. Длина оползней 20–50 м, ширина 10–30 м. Глубина захвата смещением не превышает 3–5 м. Причиной разжижения грунтов могут быть интенсивные атмосферные осадки. Оползни часто происходят во время ливней.

Оползни II группы столь многочисленны, что, несмотря на свои преимущественно небольшие размеры, поражают склоны с большей интенсивностью, нежели оползни I группы.

Библиографический список

1. **Копосов, Е.В.** Методологическое обеспечение экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях, подверженных воздействию оползневых процессов / Е.В. Копосов // Вестник МГСУ. – 2012. № 3. – С. 138-144.
2. **Кюнтцель, В.В.** Оползни // Оползни и сели / В.В. Кюнтцель. – М.: ЮНЕП, 1984. Т. 1. – 352 с.
3. **Храмцовский, Н.И.** Краткий очерк истории и описание Нижнего Новгорода / Н.И. Храмцовский. 3-е изд. – Н. Новгород.: Изд. «Книги», 2005. – 608 с.
4. **Карамзин, Н.М.** История государства Российского / Н.М. Карамзин. 5-е изд. – Санкт-Петербург.: Изд. И. Эйнерлинга, 1842.
5. **Методология обеспечения защиты урбанизированных территорий от природных и техногенных негативных воздействий : монография** / Е.В. Копосов [и др.] ; под общ. ред. Е.В. Копосова ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород : ННГАСУ, 2013. – 596 с.: ил.
6. **Витинский, Ю.И.** Цикличность и прогнозы солнечной активности / Ю.И. Витинский. – Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1973. – 258 с.

References

1. **Koposov, E.V.** Metodologicheskoe obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti stroitelstva na urbanizirovannykh territoriyah, podverzhennykh vozdeystviyu opolznevnykh protsessov / E.V. Koposov // Vestnik MGSU. – 2012. № 3. – S. 138-144.
2. **Kyunttsel, V.V.** Opolzni // Opolzni i seli / V.V. Kyunttsel. – M.: YuNEP, 1984. T. 1. – 352 s.
3. **Hramtsovskiy, N.I.** Kratkiy ocherk istorii i opisaniye Nizhnego Novgoroda / N.I. Hramtsovskiy. 3-e izd. – N. Novgorod.: Izd. «Knigi», 2005. – 608 s.
4. **Karamzin, N.M.** Istoriya gosudarstva Rossiyskogo / N.M. Karamzin. 5-e izd. – Sankt-Peterburg.: Izd. I. Eynerlinga, 1842.
5. **Metodologiya obespecheniya zaschityi urbanizirovannykh territoriy ot prirodnykh i tehnogennykh negativnykh vozdeystviy : monografiya** / E.V. Koposov [i dr.] ; pod obsch. red. E.V. Koposova ; Nizhegor. gos. arhitektur.-stroit. un-t. – N. Novgorod : NNGASU, 2013. – 596 s.: il.
6. **Vitinskiy, Yu.I.** Tsiklichnost i prognozyi solnechnoy aktivnosti / Yu.I. Vitinskiy. – L.: Izd-vo «Nauka», Leningr. otd., 1973. – 258 s.

FEATURES OF LANDSLIDE PROCESS DEVELOPMENT IN NIZHNY NOVGOROD REGION

Zotov D.I. Associate Professor, Department of Environmental Geoscience and Engineering Geology Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU),
Russia, Nizhny Novgorod

Classification most full reflecting development of landslides with considerations for their forming factors in territory of N. Novgorod is proposed. Spatial forecast of development of geological risky processes has been executed for upland part of N. Novgorod. The quantitative forecast results for development of the landslides as function of solar activity are presented.

Keywords: landslides, classification of landslides, spatial and quantitative forecast of landslides.