

DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-1-65-74
УДК 551.3

Научная статья

Роль грунтовых дорог в формировании оползневых процессов (на примере Воронежской области)

А.Н. Тимофеев

Воронежский государственный педагогический университет
Российская Федерация, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 86

Аннотация. В статье дается краткая характеристика Воронежской области, приводятся данные о причинах возникновения оползней на ее территории. Отмечается цикличность оползневых процессов, которая на территории области составляет в среднем 6–8 лет. Акцентируется внимание на антропогенной деятельности, провоцирующей возникновение сползания пластов земли. Главными причинами эрозионных процессов являются: значительная по площади распашка территории (80 %), отданной под сельхозугодия; несоблюдение правил противоэрозионной агротехники; нерациональное использование пастбищ и сенокосов; обширная овражно-балочная сеть. Рассматривается роль временных водоемов, образующихся в колеях грунтовых дорог, проходящих вдоль склонов и оврагов, как источника переувлажнения слоев грунта и инициации оползневых процессов. Анализируются распределение оползней по территории Воронежской области и их зависимость от сети грунтовых дорог. Проводится ранжирование районов Воронежской области по количеству оползневых процессов, связанных с воздействием пролегающих рядом грунтовых автомобильных дорог. Из 32 районов области, согласно данному ранжированию, 12 относятся к категориям «чрезвычайно опасный», «весьма опасный» и «опасный», и в этих же районах находится сильно разветвленная сеть грунтовых дорог, пролегающих вблизи оврагов, крутых берегов рек и прудов, где потенциально возможно протекание оползневых процессов. Грунтовые дороги часто имеют относительно глубокие колеи, где скапливаются талые или дождевые воды, образуя локальные микро-водоемы. Просачиваясь до водоупорного слоя, вода насыщает почвенный пласт, который может соскальзывать вниз по склону, формируя оползневый процесс. Необходимо прогнозировать возможность возникновения опасных природных явлений при прокладывании автомобильных грунтовых дорог.

Ключевые слова: экзогенные процессы, оползни, форма рельефа, грунтовые дороги

Введение

Природные условия района исследования. Воронежская область, расположенная почти в центре Русской равнины, сочетает на своей территории разнообразные формы рельефа, размещенные на трех крупных орографических элементах. Равнинные формы рельефа местности хорошо представлены

© Тимофеев А.Н., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

на Окско-Донской низменности, холмистые формы – на Среднерусской и Калачской возвышенностях. В целом общий вид поверхности Воронежской области – слабоволнистая равнина, расчлененная древними балками и оврагами. Глубина вреза долин и балок на Среднерусской и Калачской возвышенностях составляет 50–80 м и выше, на Окско-Донской низменности – 20–40 м. Главная водная артерия – р. Дон, протекающая на территории Воронежской области с севера на юг. В качестве подпочв везде преобладают четвертичные лессовые суглинки. Важное ландшафтообразующее значение имеют известняки, писчий мел, мергель, глины и пески, а также мореновые отложения [1]. Около 80 % территории Воронежской области покрыто черноземными почвами. Встречаются также серые лесные, луговые почвы, есть засоленные почвы – солоды, солонцы и солончаки [2].

В области наблюдается активное развитие эрозионных процессов. Причина этого – большие площади территории, отданные под пашню (около 80 % сельхозугодий), нарушение правил противозерозионной агротехники при вспашке земли, нерациональное использование естественных пастбищ и сенокосов на них, густая овражно-балочная сеть на обширной территории [3].

В целом в Воронежской области эрозии подвержены 1100 тыс. га сельхозугодий. По данным Воронежского Гипрозема, за последние несколько лет площадь территории, пораженной водной эрозией, увеличилась на 5 тыс. га и составила 960 тыс. га. Поражение ветровой эрозией земель Воронежской области охватывает 145 тыс. га. В северной половине области эродированные почвы составляют 10–30 % от всей площади сельскохозяйственных угодий, в южной – 30–50 % и более [4].

Характеристика оползневых процессов. Одной из форм эрозии являются оползни – экзогенные склоновые процессы, выражающиеся в скользящем смещении рыхлых горных пород и почвы под действием силы тяжести и подземных вод. Оползни – чисто гравитационные процессы склоновой денудации – развиваются лишь в соответствующих структурно-геологических условиях [5]. Они возникают на склонах речных долин, оврагов, крутых берегах рек. Их образованию способствует чередование водопроницаемых и водоупорных слоев и их наклон в сторону склона. Оползневые склоны в аридных областях развиты несравненно меньше, чем в гумидных, однако не столь уж редки [6]. Еще Ю.Г. Симоновым [7] в 1971 г. все склоны по происхождению были разделены на три группы: тектонические, денудационные и аккумулятивные. На территории Воронежской области в основном представлены денудационные, образованные в результате действия какого-либо агента денудации.

В Воронежской области оползни чаще являются автохтонными (местными) опасностями. Хотя в отдельных случаях встречаются так называемые оползни-потоки, перемещающиеся на расстояние более 100–200 м, например в Каменском районе, которые могут быть отнесены к аллохтонному типу. Оползни возникают, как правило, на достаточно крутых склонах высотой более 5–10 м, в разрезах которых имеются глинистые породы разной степени литификации [8].

Стадии быстрого оползания всегда предшествует длительный латентный период формирования поверхности смещения. На такую подготовку в нена-

рушенных природных условиях уходят десятки и сотни лет [9; 10]. Среди факторов образования оползней на территории России выделяют, прежде всего, интенсивные осадки, таяние снега, приводящие к большому поверхностному стоку, а также грунтовые воды. В сейсмоактивных районах оползни могут быть вызваны землетрясениями [11]. Причинами образования оползней на территории Воронежской области являются спорадическое обводнение песчаных отложений верхнего палеогена и нижнего неогена, перекрывающих глины киевского возраста, выклинивание на склонах подземных вод палеоген-неогеновых комплексов, развитие процессов овражной эрозии [12; 13].

Большинство экзогенных процессов, к которым относятся и оползни, носят циклический характер [14; 15]. Повторяемость их практически во всех оползнеопасных районах России происходит в среднем каждые 8–12 лет, а на территории Воронежской области – каждые 6–8 лет [13]. Ежегодно на территории России 21 % природных чрезвычайных ситуаций провоцируется оползнями, обвалами, селями и сильными снегопадами [16].

Однако главной причиной образования оползней (до 80 %) является антропогенный фактор [17], и преобладающее число оползней возникает из-за утечек воды из коммуникаций и подтопления территорий (оползни в Нижнем Новгороде 7 апреля 2011 г. и в с. Безводное Кстовского района Нижегородской области в августе 2009 г.), искусственных подрезок склонов (оползни в г. Ханты-Мансийске с июня 2007 г. по ноябрь 2009 г., в г. Красноярске в апреле 2010 г., оползень в п. Гузерипле Республики Адыгея в октябре 2010 г.), вибрационного воздействия работающих механизмов и других техногенных факторов [18]. На территории России оползни наиболее интенсивно распространены на Северном Кавказе, Камчатке, Сахалине, в Забайкалье, Поволжье [19]. Им подвержено более 700 городов России [10].

Результаты и их обсуждение

Специалистами Центра мониторинга и прогнозирования ЧС Воронежской области Н.Д. Разиньковым и С.Л. Титовой на основе учетных данных территориального центра «Воронежгеомониторинг» [13] составлена карта-схема ранжирования по степени пораженности оползневыми процессами административных районов Воронежской области (см. рисунок). Данное ранжирование, произведенное в зависимости от площадной пораженности территории и в соответствии со СНиП «Геофизика опасных природных воздействий» (1996) [20], содержит следующие категории опасности:

- чрезвычайно опасная – поражено более 30 % территории;
- весьма опасная – поражено более 11–30 % территории;
- опасная – поражено 1–10 % территории;
- умеренно опасная – поражено менее 0,1–1 % территории.

Если сравнить приведенную карту-схему с дорожной картой Воронежской области, станет ясно, что Нижнедिवицкий, Острогжский, Каменский, Семилукский, Репьевский, Хохольский, Лискинский, Подгоренский, Грибановский, Новохоперский, Воробьевский и Калачеевский районы, где пораженность оползневыми процессами относится к категориям «чрезвычайно опасная», «весьма опасная» и «опасная», имеют сильно разветвленную дорожную

сеть, включая грунтовые дороги. Последние часто пролегают вблизи оврагов, крутых берегов рек и прудов, где потенциально возможно протекание оползневых процессов. Грунтовые дороги могут иметь глубокие колеи или проседания проезжего полотна, в которых в результате осадков скапливается вода, образуя дорожные микроводоемы – лужи. В зависимости от подстилающей дорогу почвы и физико-химического состава грунта вода может быстро просачиваться в нижние слои или длительное время сохраняться на поверхности дороги, медленно испаряясь.



Рисунок. Пораженность оползневыми процессами территорий административных районов Воронежской области
Figure. Affected landslide processes in the territories of administrative districts of the Voronezh region

Помимо подземных вод, расположенных относительно близко к поверхности почвы, или горных пород, способствовать возникновению оползней могут поверхностные воды, собирающиеся в понижениях нанорельефа местности, например в глубоких колеях грунтовых дорог, пролегающих вблизи оврагов или крутых берегов рек. Весной при таянии снега или при продолжительных ливнях вода может накапливаться в дорожной колее, которая, в свою очередь, служит своеобразным резервуаром, источником продолжительного и постоянного увлажнения нижних почвенных слоев. Медленно просачиваясь вглубь и доходя до водоупорного горизонта, влага насыщает весь почвенный пласт, который под действием силы тяжести соскальзывает вниз по склону, останавливаясь у его подножия и формируя особый, характерный рельеф: если этот процесс произошел в овраге, оторвавшийся пласт у подножия, как пра-

вило, переваливается на противоположную стенку оврага, если же процесс возник на крутом берегу реки – падает в воду.

В Воронежской области оползни, возникающие при участии грунтовых дорог с глубокими колеями, распространены не только в указанных выше районах, но и на территориях, считающихся, согласно карте-схеме, относительно безопасными. Например, они отмечены по крутым берегам рр. Дона (в районе гг. Воронеж, Павловск и памятника природы – Кривоборья), Воронежа (близ гг. Воронеж и Рамонь), а также в оврагах Павловского, Богучарского и Петропавловского районов (см. таблицу).

Таблица

**Распределение оползневых процессов,
связанных с грунтовыми дорогами, по районам Воронежской области**

| Районы области | Категории опасности | Количество оползней |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Нижнедिवицкий | Чрезвычайно опасная | 3 |
| Острогожский | Весьма опасная | 3 |
| Каменский | Весьма опасная | 2 |
| Семилукский | Опасная | 3 |
| Хохольский | Опасная | 2 |
| Репьевский | Опасная | 1 |
| Лискинский | Опасная | 4 |
| Подгоренский | Опасная | 1 |
| Грибановский | Опасная | 1 |
| Новохоперский | Опасная | 1 |
| Воробьевский | Опасная | 1 |
| Калачеевский | Опасная | 2 |
| г. Воронеж | Неопасная | 1 |
| Рамонский | Неопасная | 2 |
| Павловский | Неопасная | 2 |
| Богучарский | Неопасная | 2 |
| Петропавловский | Неопасная | 3 |

Table

Distribution of landslide processes associated with dirt roads in the districts of the Voronezh region

| Districts | Hazard categories | Number of landslides |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Nizhnedevitsky | Extremely dangerous | 3 |
| Ostrogzhsky | Very dangerous | 3 |
| Kamensky | Very dangerous | 2 |
| Semiluksky | Dangerous | 3 |
| Khokholsky | Dangerous | 2 |
| Repyevsky | Dangerous | 1 |
| Liskinsky | Dangerous | 4 |
| Podgorenskiy | Dangerous | 1 |
| Gribanovsky | Dangerous | 1 |
| Novohopersky | Dangerous | 1 |
| Vorobyevsky | Dangerous | 1 |
| Kalacheevsky | Dangerous | 2 |
| Voronezh city | Non-hazardous | 1 |
| Ramonsky | Non-hazardous | 2 |
| Pavlovsky | Non-hazardous | 2 |
| Bogucharsky | Non-hazardous | 2 |
| Petroravlovsky | Non-hazardous | 3 |

Об оползнях Кривоборья – памятника природы Воронежской области А.В. Бережной и Н.И. Ахтырцева [21] писали еще 35 лет назад. Они одними из первых указывали на заметную роль разнообразных форм микрорельефа местности в формировании оползневых процессов. Изучая обрывно-осыпной склон Кривоборской террасы высотой 50–60 м, отделенный от плоской поверхности хорошо выраженной бровкой, они отметили, что последняя отступает вглубь водораздела благодаря наличию довольно многочисленных крупноблоковых оползней. Особой их концентрацией отличаются места, где параллельно бровке склона протянулись лесные дороги с глубокими колеями, старые окопы. Застой вод в них, как отмечали авторы, приводит к широкому развитию оползневых процессов [21].

Заключение

Из 32 административных районов Воронежской области 14 считаются опасными в отношении возникновения оползневых процессов. Из них в 12 обнаруживаются оползни, связанные с пролегающими вблизи грунтовыми дорогами. Еще в 5 районах (включая окраины областного центра – г. Воронежа), считающихся неопасными в плане возникновения оползневых процессов, отмечены оползания грунтовых пластов вблизи автомобильных дорог с глубокими колеями и рытвинами.

Больше всего оползней вблизи дорог отмечено в Лискинском, Нижнедевицком, Острогжском, Семилукском и Петропавловском районах, значительное их количество – в Каменском, Хохольском, Калачеевском, Рамонском, Павловском и Богучарском районах, единичные случаи – в округе г. Воронежа, Репьевском, Погоренском, Грибановском, Новохоперском и Воробьевском районах области.

Следует также отметить, что не всегда грунтовые дороги разрушаются оползневыми процессами. Дорожные колеи или неровности на дорогах, заполненные водой, могут находиться на максимальном расстоянии нескольких десятков метров от края оврага или крутого берега реки, где произошел оползень, и таким образом сохраняться длительное время, пока очередной обвал грунта не захватит дорожное полотно. Но значительно чаще оползни в наших двадцатилетних исследованиях отмечены вблизи дорог, на расстоянии нескольких метров.

Подводя итог проделанной работе, подчеркнем необходимость учета территорий грунтовых дорог, где длительное время может скапливаться вода после дождя или таяния снега. Если дороги с такими переувлажненными участками пролегают вдоль склонов, оврагов, то возрастает вероятность образования оползневых процессов. Это нужно учитывать при составлении прогнозов и проведении практических работ. И хотя оползни в результате действия данного антропогенного фактора возникают намного реже, чем в силу других причин, его следует принимать во внимание при очерчивании круга факторов, инициирующих оползневые процессы.

Список литературы

- [1] Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Федотов В.И. и др. Эколого-географические районы Воронежской области. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. 216 с.
- [2] Мильков Ф.Н., Михно В.Б., Поросенков Ю.В. География Воронежской области. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1994. 130 с.
- [3] Нестеров Ю.А., Подколзин В.В., Пономарева З.В., Сушков В.Н. География Воронежской области. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 1998. 160 с.
- [4] Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2015 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. 232 с.
- [5] Аристархова Л.Б., Федорович Б.А. Склоновые процессы в пустынях и полупустынях // Вопросы географии. № 85. Склоны, их развитие и методы изучения. М.: Мысль, 1971. С. 32–52.
- [6] Мягков С.М. География природного риска. М.: Изд-во МГУ, 1995. 222 с.
- [7] Симонов Ю.Г. Развитие склонов в условиях холодного резко континентального климата // Вопросы географии. № 85. Склоны, их развитие и методы изучения. М.: Мысль, 1971. С. 53.
- [8] Разиньков Н.Д., Титова С.Л. Оползневые процессы и свойственная им цикличность // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: Междунар. научно-техническая интернет-конференция. Тула: ТулГУ, 2012. URL: <http://kadastr.org/conf/2012/pub/geolog/polznev-process-cyk.htm> (дата обращения: 01.01.2019 г.).
- [9] Природные опасности России: монография: в 6 т. Т. 6: Оценка и управление природными рисками / под ред. А.Л. Рагозина. М.: КРУК, 2003. 320 с.
- [10] Природные опасности России: монография: в 6 т. Т. 3: Экзогенные геологические опасности / под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. М.: КРУК, 2002. 345 с.
- [11] Кюнцель В.В. Закономерности оползневого процесса на европейской территории СССР. М.: Недра, 1980. 213 с.
- [12] Оситов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. 2001. Т. 71. № 4. С. 291–302.
- [13] Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Воронежской области за 2010 год. Вып. 16 / ОАО «Московский научно-производственный центр геолого-экологических исследований и использования недр», территориальный центр «Тамбовгеомониторинг». Воронеж, 2011. 118 с.
- [14] Возовик Ю.И. О повторяемости событий в процессе развития ландшафтов во времени // Вопросы географии. Вып. 79. М.: Мысль, 1970. С. 16–28.
- [15] Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972. 310 с.
- [16] Стратегические риски России: оценка и прогноз / под ред. Ю.Л. Воробьева; МЧС России. М.: Деловой экспресс, 2005. 392 с.
- [17] Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
- [18] Николкина И.Ф., Диденкулова И.И., Пелиновский Е.Н., Шургалина Е.Г., Наумов А.А., Панкратов А.С., Рувинская Е.А. Потенциально опасные оползневые зоны на берегах водоемов Нижегородской области // Труды Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева. 2014. № 4 (101). С. 157–166.
- [19] XXI век – вызовы и угрозы / под ред. В.А. Владимиров; ЦСИ ГЗ МЧС России. М.: Ин-Октаво, 2005. 304 с.
- [20] СНиП 22-01-01. Геофизика опасных природных воздействий: принят и введен в действие с 01.01.1996 г. постановлением Минстроя России от 27.11.1995 г. № 18-100. М., 1996.
- [21] Бережной А.В., Ахтырцева Н.И. Доно-Воронежское междуречье // Природа и ландшафты Подворонежья. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1983. С. 50.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 23.12.2019

Дата принятия к печати: 31.12.2019

Для цитирования:

Тимофеев А.Н. Роль грунтовых дорог в формировании оползневых процессов (на примере Воронежской области) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 1. С. 65–74. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-1-65-74>

Сведения об авторе:

Тимофеев Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой экологического образования Воронежского государственного педагогического университета. E-mail: www72@bk.ru

DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-1-65-74

Research article

**The role of unpaved roads
in the formation of landslide processes
(on the example of Voronezh region)**

Andrey N. Timofeev

Voronezh State Pedagogical University
86 Lenina St, Voronezh, 394043, Russian Federation

Abstract. The article gives a brief description of the Voronezh region, provides data on the cause of landslides in its territory. The cyclical nature of landslide processes is noted, which in the region is on average 6–8 years. Attention is focused on anthropogenic activity, leading to the occurrence of creeping layers of the earth. The main causes of erosion processes are: significant plowing of the area (80%), which is not subject to the rules of anti-erosion agrotechnology; the irrational use of pastures and hayfields; an extensive gully-beam network. The role of temporary reservoirs formed in the ruts of unpaved roads, passing along the slopes and ravines, as a source of overmoistening of the soil layers and initiation of landslide processes is considered. The analysis of the landslide distribution over the territory of the Voronezh region and their dependence on the network of dirt roads is given. The areas of the Voronezh region were ranked by the number of landslide processes associated with the impact of a number of unpaved highways. Of the 32 districts of the region, according to this ranking, 12 are “extremely dangerous”, “very dangerous” and “dangerous”, and the same areas have a very extensive network of unpaved roads running near ravines, steep banks of rivers and ponds, where potentially flow of landslide processes. Dirt roads often have relatively deep ruts where melted or rainwater accumulates, forming local micro-ponds. Flowing to the waterproof layer, water saturates the soil layer, which can slide down the slope, forming a landslide process. It is necessary to predict the possibility of the occurrence of dangerous natural phenomena when laying automobile dirt roads.

Keywords: exogenous processes, landslide, landform, unpaved roads

References

- [1] Milkov FN, Mikhno VB, Fedotov VI, et al. *Ekologo-geograficheskie raiony Voronezhskoi oblasti* [Ecological and geographical areas of the Voronezh region]. Voronezh: Publishing House of Voronezh State University; 1996. (In Russ.)
- [2] Milkov FN, Mikhno VB, Piglets JV. *Geografiya Voronezhskoi oblasti* [The geography of the Voronezh region]. Voronezh: Publishing House of Voronezh State University; 1994. (In Russ.)
- [3] Nesterov YuA, Podkolzin VV, Ponomarev VZ, Sushkov VN. *Geografiya Voronezhskoi oblasti* [The geography of the Voronezh region]. Voronezh: Publishing House of VGPU; 1998. (In Russ.)
- [4] Department of Natural Resources and Ecology of the Voronezh region. *Doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy na territorii Voronezhskoi oblasti v 2015 godu* [A report on the state of the environment in the Voronezh region in 2015]. Voronezh: Publishing House of Voronezh State University; 2015. (In Russ.)
- [5] Aristarkhova LB, Fedorovich BA. Sklonovye protsessy v pustynnyakh i polupustynnyakh [Slope processes in the deserts and semi-deserts]. *Voprosy geografii. No. 85. Sklony, ikh razvitie i metody izucheniya* [Questions of geography. No. 85. Slopes, their development and methods of study]. Moscow: Mysl' Publ.; 1971. p. 32–52. (In Russ.)
- [6] Myagkov SM. *Geografiya prirodnogo riska* [Geography of natural risk]. Moscow: Publishing House of Moscow State University; 1995. (In Russ.)
- [7] Simonov YuG. Razvitie sklonov v usloviyakh kholodnogo rezko kontinental'nogo klimata [The development of slopes in cold, sharply continental climate]. *Voprosy geografii. No. 85. Sklony, ikh razvitie i metody izucheniya* [Questions of geography. No. 85. Slopes, their development and methods of study]. Moscow: Mysl' Publ.; 1971. p. 53. (In Russ.)
- [8] Razinkov ND, Titova SL. Opolznevye protsessy i svoistvennaya im tsiklichnost' [Landslide processes and their inherent cyclicity]. *Kadastr nedvizhimosti i monitoring prirodnnykh resursov* [Real estate cadastre and monitoring of natural resources]: scientific and technical Internet-conference. Tula: TulGU Publ.; 2012. Available from: <http://kadastr.org/conf/2012/pub/geolog/polznev-process-cyk.htm> (accessed: January 1, 2019). (In Russ.)
- [9] Ragozin AL. (ed.). *Prirodnye opasnosti Rossii* [Natural hazards of Russia]: monograph: in 6 vols. Vol. 6: Otsenka i upravlenie prirodnymi riskami [Assessment and management of natural risks]. Moscow: KRUK Publ.; 2003. (In Russ.)
- [10] Kutepov VM, Sheko AI. (eds.). *Prirodnye opasnosti Rossii* [Natural hazards of Russia]: monograph: in 6 vols. Vol. 3: Ekzogennye geologicheskie opasnosti [Exogenous geological hazards]. Moscow: KRUK Publ.; 2002. (In Russ.)
- [11] Kuntzel VV. *Zakonomernosti opolznevogo protsesssa na evropeiskoi territorii SSSR* [Regularities of the landslide process on the European territory of the USSR]. Moscow: Nedra Publ.; 1980. (In Russ.)
- [12] Osipov VI. Prirodnye katastrofy na rubezhe XXI veka [Natural disasters at the turn of the twenty-first century]. *Vestnik RAN*. 2001;71(4):291–302. (In Russ.)
- [13] Moscow Scientific-Production Center of Geological and Environmental Research and Using Subsurface JSC, the territorial center “Tambovgeomonitoring”. *Informatsionnyi byulleten' o sostoyanii geologicheskoi sredy na territorii Voronezhskoi oblasti za 2010 god* [Information Bulletin on the state of the geological environment on the territory of the Voronezh region for 2010] (issue 16). Voronezh; 2011. (In Russ.)
- [14] Vozovik YuI. O povtoryaemosti sobytii v protsesse razvitiya landshaftov vo vremeni [About the recurrence of events in the process of development of landscapes in time]. *Voprosy geografii* [Questions of geography] (vol. 79, p. 16–28). Moscow: Mysl'; 1970. (In Russ.)
- [15] Emelyanova EP. *Osnovnye zakonomernosti opolznevykh protsessov* [The main laws of landslide processes]. Moscow: Nedra Publ.; 1972. (In Russ.)

- [16] Vorobyev YuL. (ed.). *Strategicheskie riski Rossii: otsenka i prognoz* [*Strategic risks of Russia: assessment and forecast*]. Moscow: Delovoi ekspres Publ.; 2005. (In Russ.)
- [17] Akimov VA. *Osnovy analiza i upravleniya riskom v prirodnoi i tekhnogennoi sferakh* [*Fundamentals of analysis and risk management in natural and technogenic spheres*]. Moscow: Delovoi ekspres Publ.; 2004. (In Russ.)
- [18] Nikol'kina IF, Didenkulova II, Pelinovsky EN, Shurgalina EG, Naumov AA, Pankratov AS, Ruvinskaya EA. Potentsial'no opasnye opolznevye zony na beregakh vodoemov Nizhegorodskoi oblasti [Potentially dangerous landslide areas on the banks of ponds in the Nizhny Novgorod region]. *Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni R.E. Alekseeva* [*Works of the Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev*]. 2014;4(101):157–166. (In Russ.)
- [19] Vladimirov VA. (ed.). XX vek – vyzovy i ugrozy [Twenty first century – challenges and threats]. Moscow: In-Oktavo Publ.; 2005. (In Russ.)
- [20] SNiP 22-01-01. *Geofizika opasnykh prirodnykh vozdeistvii* [*Geophysics of hazardous natural impacts*]: adopted and put into effect from January 1, 1996, by resolution of the Ministry of Construction of Russia from November 27, 1995 No. 18-100. Moscow; 2016. (In Russ.)
- [21] Berezhnoy AV, Akhtyrtsev NI. Dono-Voronezhskoe mezhdurech'e [Dono-Voronezh rivers]. *Priroda i landshafty Podvoronezh'ya* [*Nature and landscape of Podvoronezh'e*]. Voronezh: VGU Publ.; 1983. p. 50. (In Russ.)

Article history:

Received: 23.12.2019

Revised: 31.12.2019

For citation:

Timofeev AN. The role of unpaved roads in the formation of landslide processes (on the example of Voronezh region). *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2020;28(1):65–74. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-1-65-74>

Bio note:

Andrey N. Timofeev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Environmental Education of Voronezh State Pedagogical University. E-mail: www72@bk.ru