ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ И НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА, МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И ГЕОМЕТРИЯ НЕДР

Научная статья
УДК 504.05
EDN: QLAIMO
DOI: 10.21285/2686-9993-2025-48-1-77-87

Особенности и оценка оползневой опасности на территории города Москвы

Е.А. Крахина[a]✉, В.Н. Экзарьян[b]

[a,b]Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

Резюме. В процессе исследования был проведен анализ отечественных классификаций оползневых процессов, в ходе которого были рассмотрены различные аспекты этого явления. Особое внимание уделялось таким параметрам, как механизм проявления оползней, их морфологические характеристики, преобладающие склоновые факторы, степень потери устойчивости пород, а также расположение, строение и форма оползня в плане. Изучены условия для проявления оползней глубокого и поверхностного типов залегания на территории города Москвы. Представлены результаты экспертного опроса, на основе которого выделены таксономические признаки. Составлена типизация факторов по степени активности оползневых участков на территории Москвы. Целью исследования являлись обобщение и систематизация основных таксономических единиц оползневых процессов, развитых на территории Москвы, с выявлением единых закономерных признаков и таксонов изучаемого процесса. В статье рассмотрены аналитические методы выделения таксономических единиц отечественных оползневых классификаций и возможности их применения для оползневых процессов Московского региона. Объектом исследования являлись оползни Москвы, предметом – изучение факторов и условий, оказывающих воздействие на активность оползневых процессов. Проведенная экспертная оценка позволила распределить факторы и условия по степени их воздействия на активность оползневых участков на территории Москвы. В результате было установлено 25 факторов (соответствуют таксону «тип»), оказывающих воздействие на состояние склона, которые были распределены по классам условий (суммарное количество – 9). Несколько классов были объединены в таксон выше рангом (группа). В составленной типизации в зависимости от длительности воздействия фактора на оползневой склон было выделено 3 группы.

Ключевые слова: оползневые процессы, типизация факторов и условий, степень, активность, таксоны, экспертная оценка

Для цитирования: Крахина Е.А., Экзарьян В.Н. Особенности и оценка оползневой опасности на территории города Москвы // Науки о Земле и недропользование. 2025. Т. 48. № 1. С. 77–87. https://doi.org/10.21285/2686-9993-2025-48-1-77-87. EDN: QLAIMO.

APPLIED MINING AND PETROLEUM FIELD GEOLOGY, GEOPHYSICS, MINE SURVEYING AND SUBSOIL GEOMETRY

Original article

Features and assessment of landslide hazard in Moscow

Elena A. Krakhina[a]✉, Vladimir N. Ekzarian[b]

[a,b]Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

Abstract. An analysis of domestic classifications of landslide processes is carried out including the study of various aspects of this phenomenon. Special attention is paid to such parameters as the mechanism of landslide manifestation, landslide morphological characteristics, prevailing slope factors, degree of rock stability loss, as well as landslide location, structure and shape in the plan. The manifestation conditions of deep and surface landslides on the territory of the city of Moscow are studied. The results of an expert survey, on the basis of which taxonomic features have been identified, are presented. The classification of factors according to the activity degree of landslide sites in Moscow has been compiled. The purpose of the study is to generalize and systematize the main taxonomic units of landslide processes developed on the territory of Moscow as well as to identify uniform regular features and taxa of the studied process. The article discusses analytical methods for identifying taxonomic units of domestic landslide classifications and their application potential for Moscow region landslide processes. The object of the study is Moscow landslides. The subject is the study of factors and

© Крахина Е.А., Экзарьян В.Н., 2025

conditions influencing the activity of landslide processes. Conducted expert assessment made it possible to distribute the factors and conditions according to their impact degree on landslide site activity in the territory of Moscow. As a result, 25 factors (“type” taxon) affecting the condition of the slope and distributed by classes of conditions (the total number is 9) have been identified. Several classes have been combined into a taxon with a higher rank (group). The compiled classification features 3 groups distinguished according to the duration of the factor’s impact on the landslide slope.

Keywords: landslide processes, classification of factors and conditions, degree, activity, taxa, expert assessment

For citation: Krakhina E.A., Ekzarian V.N. Features and assessment of landslide hazard in Moscow. *Earth sciences and subsoil use.* 2025;48(1):77-87. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2686-9993-2025-48-1-77-87. EDN: QLAIMO.

Введение

В.А. Жуков в своем докладе «Оползневые явления Московской области» [1], представленном на Первом Всесоюзном оползневом совещании (состоялось в Нижнем Кастрополе (Крым) в 1934 г.), посвященном подведению итогов изученности оползней Московского региона, выделил группу оползней, связанных с песчано-глинистыми породами четвертичной системы и заключенными в них подземными водами. Оползневые процессы характеризуются как небольшие по масштабам с неглубоким захватом пород от 5 до 10 м, включающие все три типа оползней по классификации, предложенной Ф.П. Саваренским (инсеквентные, консеквентные и асеквентные). Процессы оползания грунтовой массы по склону происходили по горизонтам ледниковых морен, юрским или меловым глинам. Создание Московской оползневой партии (1954 г.) положило начало для стационарного изучения развития глубоких оползней в таких районах города Москвы, как Воробьевы горы (ранее – Ленинские), Фили-Кунцево и Коломенское.

Основным толчком для развития исследований оползневых процессов на территории Москвы послужило формирование и проявление деформаций на восточном крае склона Воробьевых гор вблизи главного здания Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в районе современной смотровой площадки, а также строительство Международного Красного стадиона. После основательного проведения инженерно-геологических изысканий воздвижение спортивного стадиона пришлось приостановить.

В 1936–1937 гг. были опубликованы труды Б.М. Даньшина [2], связанные с проявлением оползневых процессов на территории Москвы. В работах уточнялось геологическое строение Воробьевых гор и подводился итог по ранее накопленным материалам и данным о развитии и проявлении процесса на этом участке. Основываясь на предположении, что оползневая зона опускается ниже уровня реки Москвы, был сделан вывод о том, что смещение грунтовых масс происходило не в современную, а в более углубленную погребенную долину, образовавшуюся на границе ледниковой и современной эпох. Состояние склона в описываемый период оценивалось как неустойчивое.

С 1960 г. специалистами и учеными в области инженерной геологии К.А. Гулакяном, В.В. Кюнтцель [3, 4], Е.П. Емельяновой, М.Н. Парецкой, Г.П. Постоевым были изучены такие крупные оползневые участки Москвы, как Фили, Коломенское, Хорошево. С постепенным накоплением теоретических знаний сформировались различные точки зрения о возрасте основных оползневых участков на территории города.

Целями проведенного исследования являлись обобщение и систематизация основных таксономических единиц оползневых процессов для территории Москвы и выявление взаимосвязей, единых закономерных признаков и таксонов. В соответствии с поставленными целями были определены и решены следующие задачи: исследование специфики влияния различных факторов на склонные к оползанию участки, выявление ключевых факторов и условий, влияющих на активность оползневых зон, установление таксономических единиц для создания типологии оползней на территории Москвы.

С 1954 г. начала работать Московская оползневая партия (сейчас – Инженерно-геологическая оползневая партия), организованная в целях оценки состояния оползневых участков и проведения детальных стационарных наблюдений за развитием процесса, а также изучения режимов оползнеобразующих факторов. Проведенные работы позволили выявить современный возраст оползневых участков на территории города, а также установить ряд закономерностей, связанных с их развитием и генезисом: тип по механизму (оползни выдавливания), основной деформирующий горизонт (глины оксфордского яруса),

основной оползнеобразующий фактор (эрозионная деятельность рек в основании склона), продолжительность оползневого цикла.

Материалы и методы исследования

На основе анализа таксономических признаков оползней из классификаций, разработанных такими отечественными учеными в областях инженерной геологии, геоморфологии и грунтоведения, как М.К. Рзаева [16], Г.П. Постоев [15], И.В. Попов[1], Г.С. Золотарев[2] [5, 6], Ф.П. Саваренский [7], Н.В. Родионов [8], А.П. Павлов [9], Н.Н. Маслов[3], В.В. Кюнтцель [10] и Е.П. Емельянова [11], был выделен ряд ключевых факторов и условий, оказывающих воздействие на деформационные процессы внутри склона. В табл. 1 приведены систематизированные материалы сопоставления классификаций оползневых процессов и выявлены взаимосвязи между таксономическими показателями [12].

Для углубления анализа факторов, воздействующих на оползневые участки, важным аспектом является детальное изучение и понимание механизмов перемещения массива горных пород вниз по склону, процессов формирования и распределения деформаций в различных геологических и гидрогеологических условиях, грунтовой толщи. Изучение классификаций, представленных отечественными учеными, и сопоставление таксономических единиц оползневых процессов позволило выявить ряд взаимосвязанных параметров. Обозначение основных таксонов в рассматриваемом процессе базируется на основе одного или нескольких признаков (воздействующих на активность процесса) с учетом локальных условий их образования и развития [13].

Основополагающим фактором, применяющимся при выделении таксономических единиц оползневого процесса, является масштаб проявления в грунтовой толще, слагающей склон. Исходя из выделенного фактора и геолого-гидрологических особенностей Москвы, выделяется два типа оползневых участков – глубокие и мелкие (поверхностные) [14] (табл. 2), для каждого из которых характерен определенный ряд условий.

При возрастающей техногенной нагрузке городской инфраструктуры на геологическую среду появляются новые условия, обусловливающие формирование и активизацию оползневых процессов [15, 16]:

1. Проведение строительства и ввода в эксплуатацию зданий и сооружений (достаточно габаритных и массивных) различного назначения в значительной близости от бровки оползневого склона.
2. Создание в верхней части склонового участка дополнительной нагрузки.
3. Подрезка основания склона.
4. Недостаток или отсутствие дренажных и водосливных сооружений на склоновых участках.
5. Создание сети инженерных коммуникаций различного назначения.
6. Проектирование и прокладка автомобильных трасс и дорог вблизи бровки оползневого склона.

Рассматриваемые классификации оползневых процессов (В.Д. Ломтадзе, М.К. Рзаева [17], Г.В. Постоев [18], И.В. Попов, Г.С. Золотарев, Ф.П. Саваренский, Н.В. Родионов, А.П. Павлов, Н.Н. Маслов, В.В. Кюнтцель [19, 20], Е.П. Емельянова [11]) носят генерализованный характер и являются базовыми (основополагающими). В частности, В.Д. Ломтадзе[4] предложил классификацию оползней, в основу которой были положены особенности движения горных пород, по таким основным признакам, как причина нарушения равновесия, динамика развития явления и его масштаб. Ученым были выделены четыре группы явлений и восемь видов:

1. Оползни:
– структурные;
– пластичные;
– структурно-пластичные.
2. Оползни-обвалы:
– переход оползней в обвалы.
3. Обвалы:
– собственно обвалы;
– вывалы.
4. Осыпи:
– щебнистые;
– песчано-дресвяные.

В своей классификации В.Д. Ломтадзе учел механизм оползневых смещений, причи-

[1] Попов И.В. Инженерная геология: учебник для вузов. М.: Изд-во МГУ, 1952. 512 с.
[2] Золотарев Г.С. Инженерная геодинамика: учебник для вузов. М.: Изд-во МГУ, 1983. 328 с.
[3] Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1982. 511 с.
[4] Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология: учебник для вузов. Л.: Недра, 1978. 496 с.

2025;48(1):77-87
Науки о Земле и недропользование / ISSN 2686-9993 (print), 2686-7931 (online)
Earth sciences and subsoil use / ISSN 2686-9993 (print), 2686-7931 (online)

Таблица 1. Классификации оползневых процессов, разработанные отечественными учеными
Table 1. Landslide classifications developed by domestic scientists

<table>
<tr><td colspan="10">Классификационные показатели</td></tr>
<tr><td colspan="3">по механизмам проявления процесса</td><td>по морфологическим признакам</td><td>по признакам проявления преобладающих силовых факторов формирования движения</td><td>по степени потери устойчивости пород, слагающих склон</td><td>по расположению на склоне</td><td>по строению склона и относительно положения поверхности скольжения</td><td>по форме оползня в плане</td></tr>
<tr><td>М.К. Рзаева</td><td>В.В. Кюнтцель</td><td>Г.С. Золотарев</td><td>Н.Н. Маслов</td><td>Г.П. Постоев</td><td>Н.В. Родионов</td><td>И.В. Попов</td><td>Ф.П. Саваренский</td><td>Е.П. Емельянова</td></tr>
<tr><td>Блоковые (срезающие)</td><td colspan="2">–</td><td>Обвалы</td><td>Блоковые</td><td>Структурные</td><td colspan="2">–</td><td rowspan="4">–</td></tr>
<tr><td>Соскальзывания</td><td>Скольжения</td><td>Соскальзывания (консеквентные)</td><td>Скольжения</td><td rowspan="3">Сдвига – скольжения</td><td>Консекветные</td><td>Деляпсивные</td><td>Консекветные</td></tr>
<tr><td>Сползания</td><td colspan="2">–</td><td>–</td><td rowspan="2">–</td><td>–</td><td>Инсекветные</td></tr>
<tr><td>Выдавливания</td><td>Выдавливания</td><td>Выдавливания (детрузивные)</td><td>Сдвига</td><td>Детрузивные</td><td>Асекветные</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Выплывания (суффозионные)</td><td rowspan="2">Выплывания</td><td>Суффозионные</td><td rowspan="3">–</td><td rowspan="6">–</td><td>Суффозионные</td><td rowspan="6">–</td><td rowspan="2">Суффозионные</td></tr>
<tr><td>Выплывания</td><td rowspan="5">–</td></tr>
<tr><td>Просадочные</td><td>Просадочные</td><td>–</td><td rowspan="4">–</td><td rowspan="4">Просадка в лессовых грунтах</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Оплывины (сплавы)</td><td rowspan="2">–</td><td rowspan="2">Сплавы</td><td>Сплавы</td><td rowspan="2">Выплывания плывунов (оплывины)</td></tr>
<tr><td>Оплывины</td><td rowspan="3">Разжижения – течения</td></tr>
<tr><td>Разжижения</td><td>Разжижения</td><td>Разжижения</td><td></td><td rowspan="2">Подземного разжижения и размыва</td></tr>
<tr><td>Течения (потоки)</td><td>Течения</td><td>Потоки</td><td>Потоки</td></tr>
<tr><td colspan="5">–</td><td>Промежуточные</td><td>–</td></tr>
</table>

Таблица 2. Условия, характерные для выделения типов оползневых процессов
Table 2. Conditions typical for landslide type identification

Оползни глубокого типа	Оползни поверхностного (мелкого) типа
Наличие вертикального нарушения в структуре грунтовой толщи, слагающей склон	Диапазон значений по протяженности склона составляет от 20 до 80 м
Диапазон значений крутизны склона составляет от 9 до 17°	Диапазон значений крутизны склона составляет от 28 до 30°
Залегание кровли юрской системы (глин оксфордского яруса) на урезе реки составляет от ±2 до 5 м	Залегание в геологическом пласте подземных вод
Высота склона должна превышать показатель в 15 м	
Проявление эрозионных процессов, сформировавшихся под воздействием поверхностных водотоков, расположенных в основании склона	

ны нарушения устойчивости пород, состояние склонов, динамику, размеры оползней и направление защитных мероприятий.

Анализируя базовые классификации и учитывая регионально-геологические, зонально-климатические и техногенные условия Московского региона был составлен перечень факторов и условий, влияющих на активность оползней. Для оценки степени их влияния на активность протекающих в Москве оползневых процессов был применен экспертный метод. В первую группу экспертов вошли 12 докторов и кандидатов геолого-минералогических наук, занимающихся изучением оползневых процессов [21]. Вторая группа состояла из 30 студентов 3–4 курсов кафедры экологии и природопользования Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе. Эксперты распределили приведенные факторы на пять групп по степени их воздействия на оползневой процесс. Выделенные типы подразделялись на три категории по степени воздействия на состояние склонов (сильная, средняя, слабая), к четвертой категории относились факторы, влияющие на активность оползневого процесса.

По длительности воздействия факторов на оползневой процесс было выделено 3 группы – постоянные, медленно изменяющиеся и быстро изменяющиеся. Каждая группа подразделялась на классы по характеру происхождения условий: геологические, геоморфологические, гидрогеологические, биологические, почвенные, метеорологические, гидрологические, инженерно-геологические и техногенные. Установленные таксоны и признаки представлены в табл. 3.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в ходе проведения экспертной оценки данные были обработаны, на их

Таблица 3. Выделенные таксоны для составления типизации факторов и условий, определяющих степень активности оползней
Table 3. Selected taxa for classification of factors and conditions determining landslide activity degree

Таксон	Наименование	Характеристика (признак)
Категория	Сильная	Степень воздействия фактора на состояние оползневого склона
	Средняя	
	Слабая	
Группа	Постоянные	Длительность воздействия фактора на оползневой процесс
	Медленно изменяющиеся	
	Быстро изменяющиеся	
Класс	Геологические	Подразделение по характеру происхождения факторов и условий, определяющих активность оползневого процесса
	Геоморфологические	
	Гидрогеологические	
	Биологические	
	Почвенные	
	Метеорологические	
	Гидрологические	
	Инженерно-геологические	
	Техногенные	
Тип	Наименование факторов, оказывающих воздействие на степень активности оползневого склона	

основе проведена и представлена в виде схемы (рисунок) классификационная типизация факторов, определяющих степень активности оползневых процессов Московского региона. К геологическим факторам, оказывающим сильное и постоянное воздействие на оползневой склон, относятся геологическое строение и направление падения пород по отношению к склону.

В геоморфологическом классе факторов сильную и постоянную степень воздействия на оползни оказывает крутизна склона. Среднюю степень воздействия на активность оползней города Москвы в рассматриваемом классе оказывают три типа факторов – уклон тальвега, уровень перепада высот рельефа, степень расчленения территории. В группе медленно изменяющихся факторов по результатам экспертной оценки сильную степень воздействия на активность оползней оказывают два фактора: перенасыщение горных слагающих склон пород водой, глубина залегания грунтовых и подземных вод. К категории средней степени воздействия на активность оползневых процессов относятся главным образом показатели гидрогеологических, геоморфологических и биологических классов. В гидрогеологическом классе к средней степени влияния на оползневой процесс отнесены по результатам экспертного опроса два типа факторов: особенности режима; подмыв пород, слагающих склон, вследствие колебаний базиса эрозии.

В биологическом классе к средней степени влияния на оползневой процесс отнесены по результатам экспертного опроса два типа факторов:

– размеры корневых систем древесной растительности;

– колебания влажного и термического режимов растений.

В геоморфологическом классе к средней, но постоянной степени влияния на оползневой процесс отнесены следующие факторы:

– уклон тальвегов;

– уровень перепада высот рельефа;

– степень расчлененности территории.

В группе медленно развивающихся факторов слабую степень воздействия на оползневой склон оказывают по мнению экспертов:

– гидрогеологические условия (химический состав подземных вод);

– биологические показатели (вес массы деревьев);

– характер почвенного покрова (тип почв).

К группе быстроизменяющихся факторов, оказывающих сильное воздействие на активность оползневого склона, относятся следующие классы по характеру происхождения условий:

1) метеорологические: количество атмосферных осадков;

2) геологические: влажность горных пород, прочностные и деформационные свойства пород;

3) антропогенные: подрезка склона, статистические и динамические нагрузки на склон.

Гидрологические условия оказывают среднюю степень воздействия на оползневой склон, выделяется один тип фактора – склоновый сток. В антропогенном классе один тип фактора также оказывает среднюю степени воздействия – это вырубка лесных массивов.

Слабую степень воздействия на оползневой процесс в группе быстродействующих факторов оказывают:

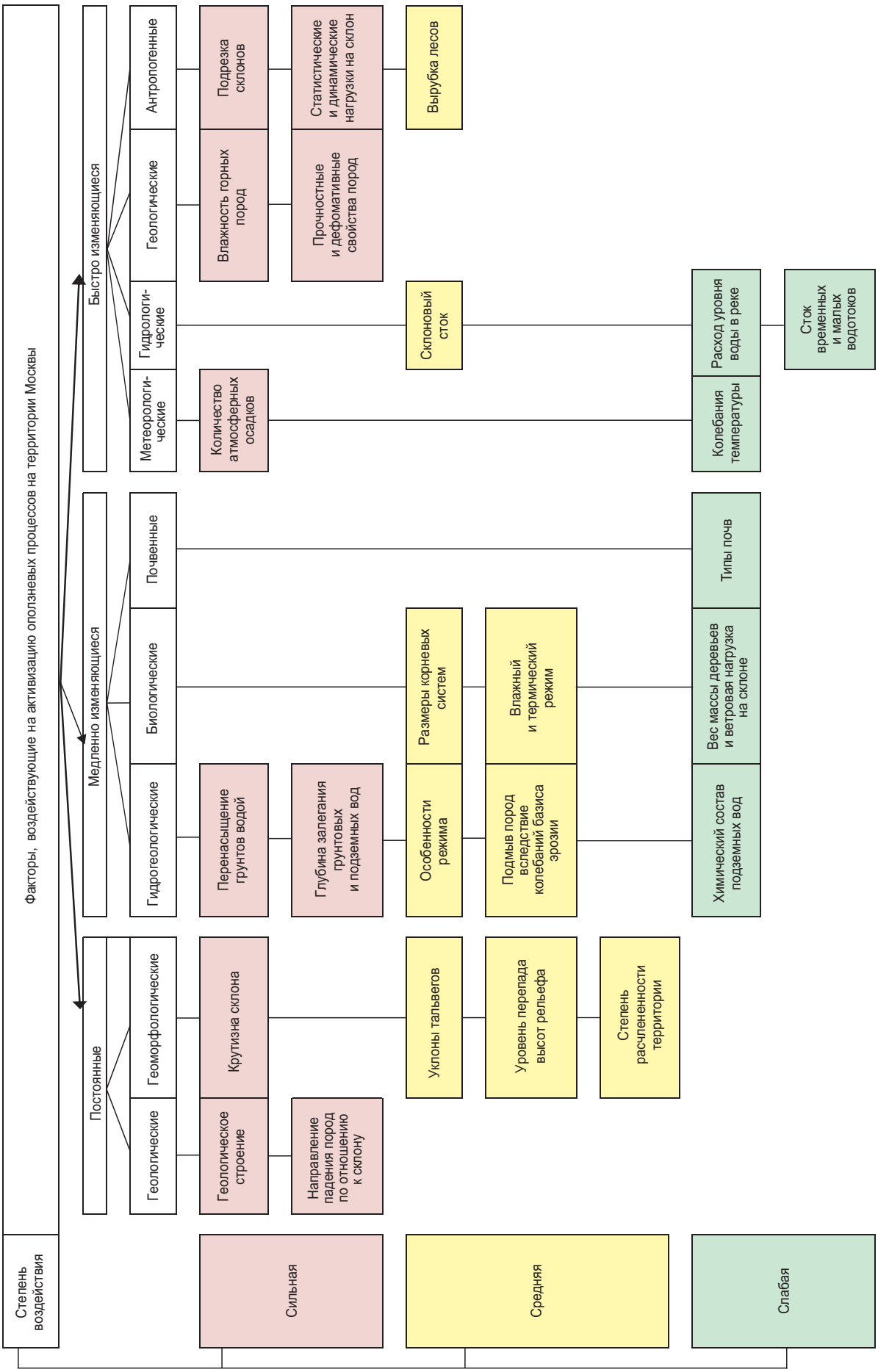
– колебания температуры (метеорологический класс);

– расход уровня воды в реке и сток временных и малых водотоков (гидрологический класс).

Смещение массива горных пород, слагающих склон, при проявлении оползневого процесса обусловливает развитие деформаций с последующей потерей устойчивости грунтов. Разрушение оползневого склона происходит, когда сдвигающая составляющая силы тяжести превышает прочность грунтов по поверхностям или зонам ослабления породы, приводя к нарушению устойчивости всего грунтового массива.

Влияние рельефа на характер и интенсивность оползней может быть прямым и косвенным. Прямое влияние оказывают крутые склоны, морфология речных долин. Косвенное воздействие рельефа на развитие рассматриваемых процессов проявляется в качестве одного из компонентов географической среды, который в значительной мере определяет характер и пространственное распределение циркуляции воздушных масс, атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод, растительного покрова.

Разработанная и предложенная в данной работе классификация факторов оползневых процессов является основой для дальнейшего развития регионального оползневедения и может быть использована в методических рекомендациях по проведению режимных



Типизация факторов и условий по степени активности оползневых участков на территории города Москвы
Classification of factors and conditions according to the activity degree of landslide sites in the territory of the city of Moscow

(мониторинговых) наблюдений за оползнями Московского региона. Кроме этого, рассмотренные факторы (см. рисунок) лягут в основу построения прогнозных математических моделей оползневых процессов, развитых в Московском регионе.

Заключение

Вычленяя оползневые формы в рельефе, описывая их специфические проявления, определяя стадии развития выявленных деформаций, можно достаточно детально изучить основной механизм смещений, свойства и структуру породы, степень подверженности материала деформированию, что позволяет выявить общие закономерности между существующими классификациями (см. табл. 1).

По масштабу проявления, были выделены два типа оползневых участков:

– глубокие – подразделяющиеся по степени проявления процесса на активные и стабильные (приуроченные к русловой части или к речным террасам реки Москвы);

– мелкие (поверхностные), подразделяющиеся на сильно и слабо пораженные оползнями (наблюдаются в пределах долинного комплекса реки Москвы и ее притоков).

Проведенная экспертная оценка позволила распределить факторы и условия по степени их воздействия на активность оползневых участков на территории города Москвы. Было установлено 25 факторов (соответствует выделенному таксону «тип»), оказывающих воздействие на состояние склона, каждый из которых был распределен в класс условий (суммарное количество – 9). Несколько классов были объединены в группу (таксон выше рангом).

В составленной типизации в зависимости от длительности воздействия фактора на склон было выделено 3 группы. К группе постоянных факторов были отнесены 2 класса условий – геологические и геоморфологические, к медленно изменяющимся – 3 класса: гидрогеологические, биологические и почвенные, а к группе быстро изменяющихся отнесли метеорологические, гидрологические, геологические, антропогенные условия (4 класса).

Основным таксономических признаком, является степень воздействия фактора на активность оползневого участка (категория). Разработанная классификация факторов, определяющих степень активности оползневых процессов Московского региона, является основой для построения прогнозных математических моделей изучаемого процесса, а ее результаты могут быть использованы для совершенствования методических и нормативных документов по изучению оползней.

Список источников

1. Жуков В.А. Оползневые явления Московской области // Труды Первого Всесоюзного оползневого совещания. Л.; М.: Онти, 1935.

2. Даньшин Б.М. Геологическое строение Ленинских гор в связи с некоторыми вопросами стратиграфии отложений меловой системы и оползневыми явлениями на берегу Москва-реки // Известия Московского геологического треста. 1937. Т. 4. С. 8–22.

3. Гулакян К.А., Кюнтцель В.В. Классификация оползней по механизму их развития // Вопросы изучения оползней и факторов, их вызывающих. М.: Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1970. Т. 29. С. 58–64.

4. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневого процесса на Европейской территории СССР. М.: Недра, 1980. 213 с.

5. Золотарев Г.С. Генетические типы оползней, их развитие и изучение // Материалы совещания по изучению оползней и мер борьбы с ними. Киев: Изд-во КГУ, 1964. С. 165–170.

6. Золотарев Г.С. Инженерно-геологическое изучение береговых склонов и значение истории их формирования для оценки устойчивости // Труды Лаборатории гидрогеологических проблем имени Ф.П. Саварснского Академии наук СССР. 1961. Т. 35.

7. Саваренский Ф.П. Опыт построения классификации оползней // Труды Первого Всесоюзного оползневого совещания. Л.; М.: ОНТИ, 1935. С. 29–37.

8. Родионов Н.В. К вопросу о классификации оползневых явлений // Труды Московского геологоразведочного института им. Орджоникидзе. 1939. Т. 15. С. 197–205.

9. Павлов А.П. Оползни Симбирского и Саратовского Поволжья. М.: Университетская типография, 1903. 69 с.

10. Кюнтцель В.В. О возрасте глубоких оползней Москвы и Подмосковья, связанных с юрскими глинистыми отложениями // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 1965. Т. XL. № 3. С. 93–100.

11. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972. 308 с.

12. Крахина Е.А. Типизация оползневых участков города Москвы // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли – 2023: сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 12–13 октября 2023 г.). М.: Изд-во МГСУ, 2023. С. 51–57. EDN: MICTAR.

13. Крахина Е.А., Экзарьян В.Н. Анализ таксономических единиц существующих классификаций оползневых процессов // Молодые – наукам о Земле: сб. трудов XI Междунар. науч. конф. молодых ученых (г. Москва, 3–4 апреля 2024 г.). М.: Изд-во МГРИ, 2024. С. 40–43. EDN: JYXDBB.

14. Парецкая М.Н. Зависимость морфологии оползней выдавливания Подмосковья от прочности юрских глин // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии. 1975. Вып. 81. С. 94–97.

15. Alekseev A.S., Goreva N.V. Conodont zonation for the type Kasimovian and Gzhelian stages in the Moscow Basin, Russia // Proceedings of the 15th International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences / ed. T.E. Wong. Amsterdam: Edita-KNAW, 2007. P. 229–242.

16. Samarin E.N., Zerkal O.V. Paleolandslides in valley of Kunya-river and their influencing on modern slope instability // Landslides: Evaluation & Stabilization: Proceedings of the 9th International Symposium on Landslides / eds W. Lacerda, M. Ehrlich, S.A.B. Fontoura, A.S.F. Sayao. Rotterdam: Balkema, 2004. Vol. 1. P. 243–249.

17. Постоев Г.П. Основные характеристики и признаки проявлений оползней // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2010. № 2. С. 140–148. EDN: MDWWPF.

18. Рзаева М.К. Об инженерно-геологических типах оползней // Инженерные изыскания для строительства. 1969. Сер. 2. № 1. С. 79–86.

19. Кюнтцель В.В. О развитии оползней в парке Фили-Кунцево // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии. 1964. Вып. 26. С. 131–135.

20. Кюнтцель В.В. Эрозия берегов реки Москвы и ее влияние на оползневые процессы // Разведка и охрана недр. 1962. № 3. С. 41–45.

21. Крахина Е.А., Экзарьян В.Н. Типизация факторов, определяющих степень активности оползневых процессов в городе Москве // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли – 2004: сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 24–25 октября 2024 г.). М.: Изд-во МГСУ, 2024. С. 97–103. EDN: VFVGCV.

References

1. Zhukov V.A. Landslide phenomena in the Moscow region. In: *Trudy Pervogo Vsesoyuznogo opolznevogo soveshchaniya = Proceedings of the 1st All-Union Landslide Conference.* Leningrad; Moscow: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting; 1935. (In Russ.).

2. Dan'shin B.M. Geological structure of the Lenin Hills and some stratigraphy issues of Cretaceous system deposits and landslide phenomena on the banks of the Moskva river. *Izvestiya Moskovskogo geologicheskogo tresta.* 1937;4:8-22. (In Russ.).

3. Gulakyan K.A., Kyunttsel' V.V. Landslide classification by their development mechanism. In: *Voprosy izucheniya opolznei i faktorov, ikh vyzyvayushchikh = Issues of studying landslides and factors causing them.* Moscow: All-Union Scientific Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology; 1970, vol. 29, p. 58–64. (In Russ.).

4. Kyunttsel' V.V. *Landsliding patterns in the European territory of the USSR.* Moscow: Nedra; 1980, 213 p. (In Russ.).

5. Zolotarev G.S. Genetic types of landslides, their development and study. In: *Materialy soveshchaniya po izucheniyu opolznei i mer bor'by s nimi = Proceedings of the meeting on landslide study and measures to combat them.* Kiev: Kiev State University; 1964, p. 165-170. (In Russ.).

6. Zolotarev G.S. Engineering and geological study of shore slopes and the significance of their formation history for stability assessment. In: *Trudy Laboratorii gidrogeologicheskikh problem imeni F.P. Savarsnskogo Akademii nauk SSSR = Proceedings of the F.P. Savarnsky Laboratory of Geological Problems of the Academy of Sciences of the USSR.* 1961, vol. 35. (In Russ.).

7. Savarenskii F.P. Experience of landslide classification development. In: *Trudy Pervogo Vsesoyuznogo opolznevogo soveshchaniya = Proceedings of the 1st All-Union Landslide Conference.* Leningrad; Moscow: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting; 1935, p. 29-37. (In Russ.).

8. Rodionov N.V. On landslide phenomena classification. In: *Trudy Moskovskogo geologorazvedochnogo instituta = Proceedings of the Moscow Geological Prospecting Institute.* 1939, vol. 15, p. 197-205. (In Russ.).

9. Pavlov A.P. *Landslides of the Simbirsk and Saratov Volga regions.* Moscow: Universitetskaya tipografiya; 1903, 69 p. (In Russ.).

10. Kyunttsel' V.V. On the age of Moscow and Moscow region deep landslides associated with Jurassic clay deposits. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological series.* 1965;XL(3):93-100. (In Russ.).

11. Emel'yanova E.P. *Basic patterns of landslide processes.* Moscow: Nedra; 1972, 308 p. (In Russ.).

12. Krakhina E.A. Typification of landslide areas in Moscow. In: *Geoehkologicheskie problemy tekhnogennogo etapa istorii Zemli – 2023: sbornik trudov Mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Geoecological problems of the technogenic stage of the Earth's history – 2023: collected works of the International scientific and practical conference.* 12–13 October 2023, Moscow. Moscow: Moscow State University of Civil Engineering; 2023, p. 51-57. (In Russ.). EDN: MICTAR.

13. Krakhina E.A., Ehkzar'yan V.N Analysis of taxonomic units of existing landslide classifications. In: *Molodye – Naukam o Zemle: sbornik trudov XI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh = Young People – to Earth sciences: collected works of the 11th International scientific conference of young scientists.* 3–4 April 2024, Moscow. Moscow: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting; 2024, p. 40-43. (In Russ.). EDN: JYXDBB.

14. Paretskaya M.N. Dependence of pressure landslide morphology in the Moscow region on Jurassic clay strength. In: *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrogeologii i inzhenernoi geologii = Proceedings of the All-Union Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology.* 1975, Iss. 81, p. 94-97. (In Russ.).

15. Alekseev A.S., Goreva N.V. Conodont zonation for the type Kasimovian and Gzhelian stages in the Moscow Basin, Russia. In: Wong T.E. (ed.). *Proceedings of the 15th International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences.* Amsterdam: Edita-KNAW; 2007, p. 229-242.

16. Samarin E.N., Zerkal O.V. Paleolandslides in valley of Kunya-river and their influencing on modern slope instability. In: Lacerda W., Ehrlich M., Fontoura S.A.B., Sayao A.S.F. (eds). *Landslides: Evaluation & Stabilization: Proceedings of the 9th International Symposium on Landslides.* Rotterdam: Balkema; 2004, vol. 1, p. 243-249.

17. Postoev G.P. The main features and indications of landslide development. *Geoekologiya. Inzheneraya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya.* 2010;2:140-148. (In Russ.). EDN: MDWWPF.

18. Rzaeva M.K. On engineering and geological types of landslides. *Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva.* 1969;2(1):79-86. (In Russ.).

19. Kyunttsel' V.V. On landslide development in the Fili-Kuntsevo park. In: *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrogeologii i inzhenernoi geologii = Proceedings of the All-Union Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology.* 1964, Iss. 26, p. 131-135. (In Russ.).

20. Kyunttsel' V.V. Moskva river banks erosion and its impact on landslide processes. *Prospect and protection of mineral resources.* 1962;3:41-45. (In Russ.).

21. Krakhina E.A., Ehkzar'yan V.N. Typification of factors determining landslide activity degree in Moscow. In: *Geoehkologicheskie problemy tekhnogennogo etapa istorii Zemli – 2004: sbornik trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Geoecological problems of the technogenic stage of the Earth's history – 2004: collected works of the International scientific and practical conference.* 24–25 October 2024, Moscow. Moscow: Moscow State University of Civil Engineering; 2024, p. 97-103. (In Russ.). EDN: VFVGCV.

Информация об авторах / Information about the authors

Крахина Елена Александровна,
аспирант,
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Россия,
✉ l.k98@mail.ru
https://orcid.org/0009-0001-8043-3740
Elena A. Krakhina,
Postgraduate Student,
Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting,
Moscow, Russia,
✉ l.k98@mail.ru
https://orcid.org/0009-0001-8043-3740

Экзарьян Владимир Нишанович,
доктор геолого-минералогических наук, профессор,
заведующий кафедрой экологии и природопользования,
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Россия,
vnekzar@rambler.ru
https://orcid.org/0009-0003-8521-6715
Vladimir N. Ekzarian,
Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Professor,
Head of the Ecology and Environmental Management Department,
Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting,
Moscow, Russia,
vnekzar@rambler.ru
https://orcid.org/0009-0003-8521-6715

Вклад авторов / Contribution of the authors

Е.А. Крахина – проведение исследования, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи.

В.Н. Экзарьян – научное руководство, разработка концепции.

Elena A. Krakhina – investigation, validation, visualization, writing – original draft.

Vladimir N. Ekzarian – supervision, conceptualization.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 20.02.2025; одобрена после рецензирования 12.03.2025; принята к публикации 21.03.2025.
The article was submitted 20.02.2025; approved after reviewing 12.03.2025; accepted for publication 21.03.2025.