УДК 539.215.9
DOI: 10.53015/18159958_2024_20_2_82

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПОЛЗНЕЙ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

METHODOLOGY OF FIELD STUDIES OF LANDSLIDES IN THE CHECHEN REPUBLIC

©2024

Воробьев Александр Егорович[1], доктор технических наук, профессор кафедры «Теплотехника и гидравлика»
Турлуев Рамзан Абдул-Вахидович[2], кандидат химических наук, доцент кафедры «Теплотехника и гидравлика»
Мадаева Марет Зайндиевна[3], кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплотехника и гидравлика»
Джамалуева Анна Амаровна[4], ст. преподаватель кафедры «Теплотехника и гидравлика»
Aleksandr Egorovich Vorobyev[1], Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Heat Engineering and Hydraulics
Ramzan Abdul-Vakhidovich Turluev[2], Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of Heat Engineering and Hydraulics Department
Madaeva Maret Zaindievna[3], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of 'Heat Engineering and Hydraulics' Chair
Dzhamalueva Anna Amarovna[4], senior lecturer of the chair 'Heat engineering and hydraulics'.

Грозненский государственный нефтяной технический университет, Грозный (Россия)
Grozny State Petroleum Technical University, Grozny (Russia)

E-mail: fogel_al@mail.ru [1]ORCID: https://orcid.org/0000-0000-3050-8812
E-mail: r.turluev@mail.ru [2]ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9964-1024
E-mail: mareta0100@mail.ru [3]ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6783-709X
E-mail: chernaya88_88@mail.ru [4]ORCID: https://orcid.org/0009-0005-2985-2762

Аннотация: В данной статье описана высокая значимость изучения факторов, вызывающих оползни в Чеченской Республике, так как она является горным районом, то такие явления могут быть очень опасными и нести в себе угрожающие факторы. Так же в данной статье рассмотрены основные аспекты, влияющие на методы исследований с помощью инженерных и геологических обследований. Использование оптических и термографических изображений для мониторинга состояния горных массивов открывает новые горизонты в исследовании и прогнозировании оползневых процессов. В целом, работа представляет собой ценный вклад в изучение оползней и может служить основой для

дальнейших исследований и разработки эффективных методов управления рисками в горных регионах.

Ключевые слова: оползни и процессы, геологическая масса, природные факторы, горная местность, исследования, полевая работа.

Для цитирования: Александр Е. Воробьев, Марет З. Мадаева, Рамзан А-Б. Турлуев, Анна А. Джамалуева Методика полевых исследований оползней в чеченской республике // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2024. – Т. 20, № 2 (76). – С. 111–122. DOI: 10.53015/18159958_2024_20_2_82.

Abstract: The text discusses key aspects of field research, including the methodology for conducting ground-based engineering and geological surveys in areas prone to landslides. The presented basic scheme of field research helps to streamline the process of data collection and analysis of unstable sites. Attention is paid to the factors influencing the inventory of landslides, which makes it possible to more accurately assess risks and develop measures to prevent their consequences. The use of optical and thermographic images to monitor the condition of mountain ranges opens up new horizons in the study and prediction of landslide processes. In general, the work represents a valuable contribution to the study of landslides and can serve as a basis for further research and development of effective risk management methods in mountainous regions.

Keywords: landslides and processes, geological mass, natural factors, mountainous terrain, research, field work.

For citation: Alexander E. Vorobyev, Maret Z. Madayeva, Ramzan A-B. Turluyev, Anna A. Dzhamaluyeva Methodology of field studies of landslides in the Chechen Republic // Vesti of Higher Educational Institutions of the Chernozem region. – 2024. – Vol. 20, № 2 (76). – P. 111–122. DOI: 10.53015/18159958_2024_20_2_82.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая рельефные особенности, можно разделить республику условно на четыре части:

1. Горная часть;
2. Чеченская равнина;
3. Терско-Сунженская возвышенность;
4. Затеречная равнина.

Четыре параллельных хребта располагаются в горной части ЧР, и важно отметить, что ни один из них не похож ни составом пород, ни высотой. Эти хребты получили названия Боковой, Скалистый, Пастбищный и Черногорский. Что касается Бокового хребта, то важно отметить, что он состоит из сланцевых и песчаных образований. Такая рельефная особенность играет важную роль для изучения оползней и других процессов. Такие изучения обычно начинают проводить с наблюдений, а так же проведения полевых работ с целью сбора информации. С помощью таких исследований можно спрогнозировать условия перемещения геомассы во время оползней.

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПОЛЗНЕЙ В ЧР

Основная задача инженерно-геологических исследований оползневых зон заключается в тщательном документировании поверхностных условий, что позволяет прогнозировать динамику перемещения геомассы во время оползня. Ключевым аспектом этого процесса является определение границ оползневых участков на поверхности, а также оценка площади их очагов и характеристик смещенных геомасс.

Для эффективного анализа необходимо создать подробную топографическую карту, на которой будут изображены элементы поверхности оползней. Эта карта должна быть получена с использованием методов наземной съемки. На рисунке 1 представлена схема, иллюстрирующая

процесс полевого обследования оползней, которая иллюстрирует последовательность действий и методы, используемые для анализа состояния исследуемой территории. Эти исследования необходимы для обеспечения безопасности населенных пунктов и инфраструктуры, расположенных в зонах потенциального оползневого риска, а также для разработки мер по предотвращению и минимизации последствий оползней.

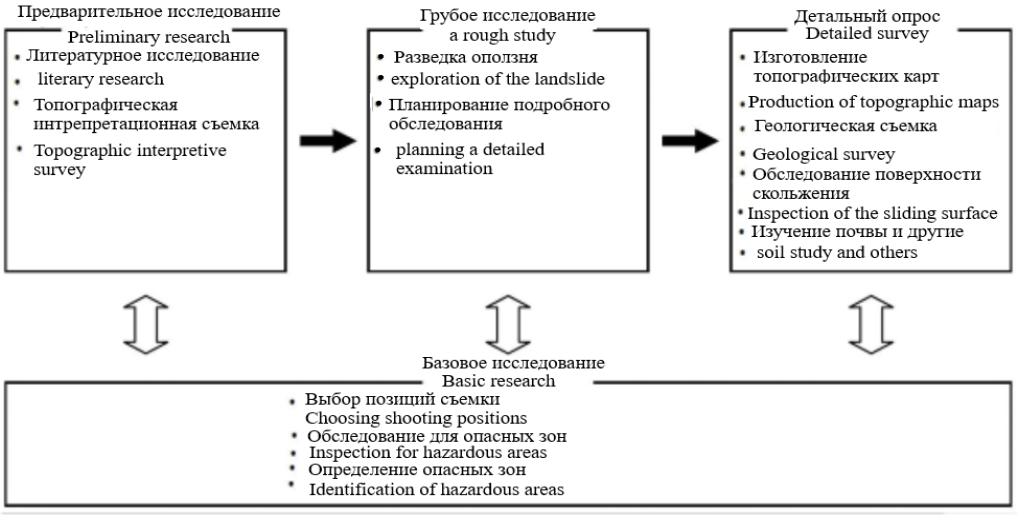


Рис. 1. Схема полевого обследования оползней
Fig. 1. The scheme of the field survey of landslides

Исследование оползней включает несколько ключевых процедур, которые обеспечивают комплексный подход к анализу и оценке состояния оползневых территорий:

• Предварительное исследование: Данные собираются на основе анализа карт, а также информации, полученной с помощью полевого и дистанционного зондирования. Это позволяет создать общее представление о территории и выявить потенциальные зоны риска.

• Инженерно-геологические изыскания на месте: Такая работа заключается в обследовании местности, изучение геологических слоев, структуры почвы и наличия водоносных горизонтов. Эти данные необходимы для оценки устойчивости склонов и определения возможных причин оползней.

• Обследования места оползня: Непосредственное изучение оползневых масс, их морфологии и состояния. Это включает в себя замеры, фотографирование и описание характеристик оползня.

Анализ собранной информации: на данном этапе осуществляется построение разрезов местности, а также концептуализация геологических, гидрологических и топографических условий. Параллельно с этим разрабатываются формальные карты оползневых участков. Такой подход позволяет визуализировать полученные данные и формулировать выводы относительно потенциальных рисков и необходимых мер предосторожности.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе работы применяются стандартные методики, направленные на выявление оползневых процессов. Геоморфологическое картирование зон оползней: Данный метод предполагает создание детализированных карт, на которых отражены все рельефные элементы, связанные с оползневыми процессами.

Картирование помогает выявить закономерности в распределении оползней и

их морфологических особенностях. Стереоскопическая интерпретация аэрофотоснимков. Применение аэрофотоснимков для анализа рельефа и обнаружения признаков оползней.

Таблица 1

Обзор факторов, учитываемых в полевой инвентаризации

Table 1

Overview of the factors taken into account in the field inventory

Тип / Type	Характеристика / Characteristic	Дескриптор / The descriptor
Геометрия оползня / *The geometry of the landslide*	Глубина основного уступа / *The depth of the main ledge*	м / *m*
	Ширина основного уступа / *The width of the main ledge*	м / *m*
	План формы уступа / Plan of the ledge shape	Круговой/Прямолинейный / *Circular/Straightforward*
	Длина выбега / *Run-out length*	м / *m*
Геоматериал / *Geomaterial*	Тип перемещаемого геоматериала / *The type of geo material being moved*	Скальные породы/осадочные породы/почвы / *Rocks/sedimentary rocks/soils*
	Достигнута коренная порода / *The bedrock has been reached*	Да/Нет / *yes/no*
Топография оползня / *The topography of the landslide*	Наличие обратного уклона, стоячей воды, дренажа / *The presence of reverse slope, standing water, drainage*	Да/Нет + местоположение / *Yes/No + location*
	Наличие вторичных уступов / *The presence of secondary ledges*	Да/Нет + местоположение / *Yes/No + location*
Активность оползня / *Landslide activity*	Недавняя деятельность на (вторичном) уступе / *Recent activity on the (secondary) ledge*	Да/Нет / *yes/no*
	Последнее действие в теле оползня / *The last action in the body of the landslide*	Да/Нет / *yes/no*
Триггерные факторы / *Trigger factors*	Время оползня, время реактивации / *Landslide time, reactivation time*	Дата / *Date*
	Сообщения о сильных дождях / *Reports of heavy rains*	Да/Нет / *yes/no*
	Сообщение о землетрясении / *Earthquake report*	Да/Нет + место контакта / *Yes/No + place of contact*
Подготовительные факторы / *Preparatory factors*	Выемка дороги / *Excavation of the road*	Да/Нет / *yes/no*
	Подрезка реки / *Pruning the river*	Да/Нет / *yes/no*

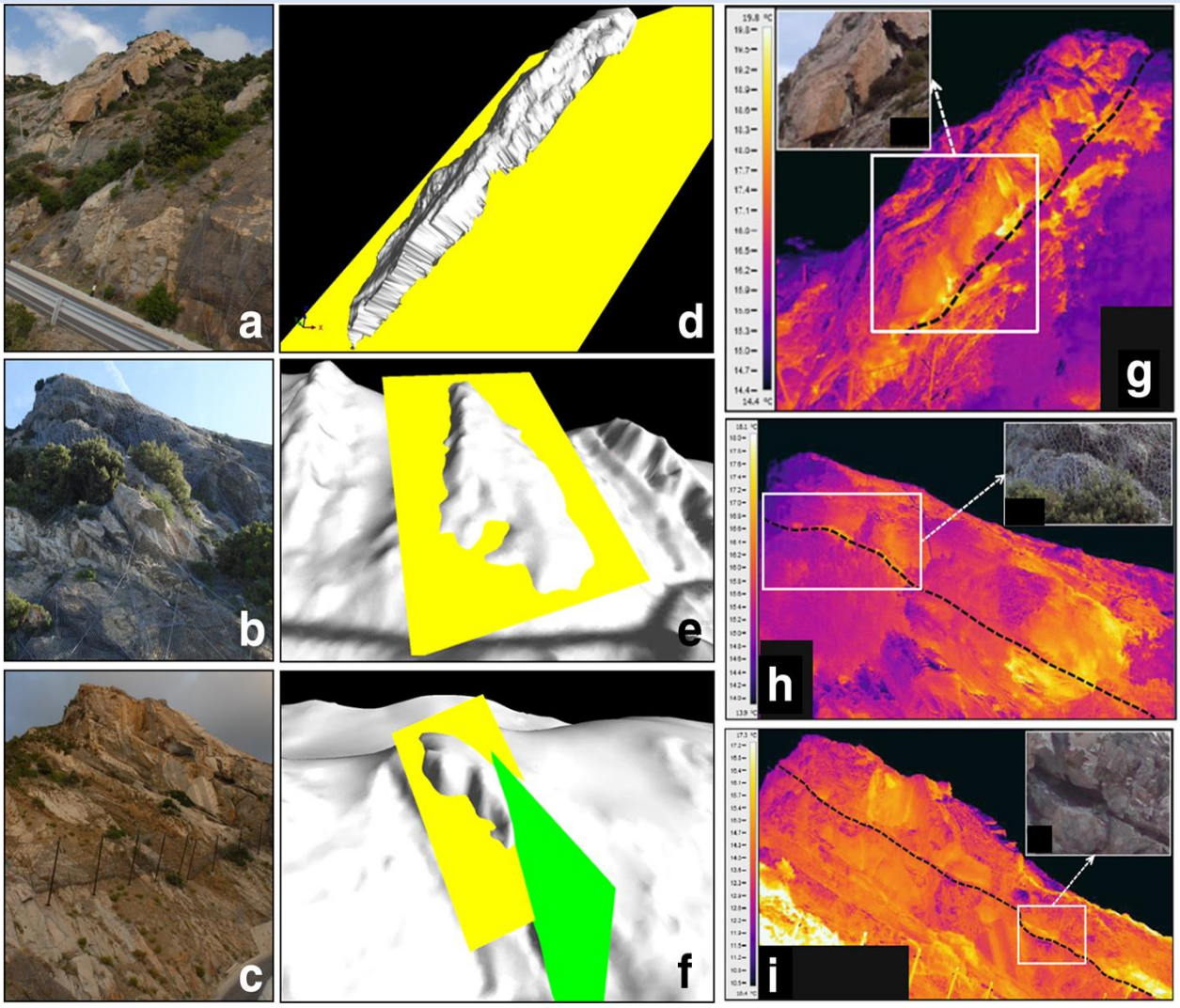


Рис. 2. Оптические (a,б,c) и термографические (d,e,f) изображения неустойчивых массивов горных пород, с соответствующей их трехмерной цифровой моделью, позволяющими обнаружить базисную и латеральную плоскости скольжения (g,h,i) [8].
Пунктирными линиями отмечены базисные плоскости скольжения; белые квадраты на термограмме позволяют сравнить соответствующие сектора на оптических изображениях, полученных встроенной цифровой камерой

Fig. 2. Optical (a,b,c) and thermographic (d,e,f) images of unstable rock masses, with their corresponding three-dimensional digital model, which make it possible to detect the basic and lateral sliding planes (g,h,i) [8].
Dotted lines mark the basic sliding planes; white squares on the thermogram allow you to compare the corresponding sectors in optical images obtained by an integrated digital camera

Стереоскопическая интерпретация обеспечивает возможность получения объемного представления о местности, а также выявления изменений в рельефе, которые могут свидетельствовать о наличии активных процессов оползневого движения. Таблице ниже приведены факторы, способствующие их возникновению и развитию оползней (см. табл. 1).

Полевые исследования предоставляют возможность выявить факторы, которые влияют на возникновение оползней. Особенно значимо, что данный метод позволяет определить различные преобладающие механизмы скольжения геомассы в рамках оползневых процессов.

Кроме того, исследования показывают, что в условиях высокогорья оползни обычно достигают глубины от 0,5 до 3

метров, при этом их глубина ограничивается уровнем выветренного геоматериала. Это связано с тем, что на возвышенностях рыхлые эродированные материалы часто располагаются на неглубоких почвах, под которыми находятся метаморфические коренные породы.

К полевым исследованиям относятся методы мониторинга склонов, которые можно разделить на четыре основные категории (определяемые используемыми измерительными устройствами или датчиками):

- геодезические;
- геотехнические;
- геофизические методы и технологии, в совокупности или отдельно с дистанционным зондированием.

Геодезические методы и технологии позволяют измерять произошедшие смещения или перемещения с географической привязкой в одном, двух или трех измерениях. Этот метод включает в себя использование таких инструментов, как тахеометры и наземные лазерные сканеры, нивелиры и приемники глобальной навигационной спутниковой системы.

Геотехнические методы и технологии позволяют измерять смещения или перемещения геомассы, без географической привязки и связанные с ними воздействия или условия окружающей среды. Этот метод включает в себя использование таких инструментов, как экстензометры, пьезометры, наклономеры и акселерометры.

Геофизические методы и технологии позволяют измерять параметры и состояние почвы и геомассы тела оползней. Они включают в себя сейсморазведку и исследование удельного электрического сопротивления грунта и геомассы тела оползней.

Определённый интерес представляют термографические методы исследования оползней (особенно падающего типа), позволяющие обнаружить разрывы, расположенные вплотную к базисным плоскостям. Такую интерпретацию целесообразно подкреплять сравнением термограмм с оптическими изображениями (рис. 2), которые подтверждают наличие или отсутствие признаков течения воды по обнаруженным разрывам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Однако с помощью лишь только этой инвентаризации невозможно оценить временное распределение оползневых процессов и оценить их потенциальные количественные характеристики.

Поскольку для локализации многих критических элементов оползня требуются значительные топографические данные, то в качестве основного компонента идентификации оползня в детальном масштабе, как правило, должно быть включено подробное обследование местности его нахождения, что экономически оправдано только в случае изучения оползня на конкретном участке.

Недостатком полевого картографирования часто является ограниченная возможность точного определения границы оползня в полевых условиях из-за плохой видимости обрушения склона (следствие местной перспективы), размера оползня и того факта, что граница оползня часто бывает нечеткой.

Необходимо также осуществлять мониторинг образовавшихся трещин (рис. 3), т.к. поверхностное растрескивание тела оползня является одним из первых признаков проявления оползневой деформации. При этом динамику развития трещины можно измерять с помощью тензометров.

Параметры, относящиеся к развитию конкретной трещины, зависят от геоматериала и проявления механизма разрушения почв, грунтов и геомассы.

Относительное смещение трещин дает наибольшую информацию о характере деформации тела оползня. Это можно определить количественно, установив фиксированные опорные точки по обе стороны от трещины и измерив длину их ответвлений.



Рис. 3. Оползневые трещины в разных ландшафтных зонах
Fig. 3. Landslide cracks in different landscape zones

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Частота измерений трещин в значительной степени зависит от таких факторов, как активность и предполагаемый характер разрушения тела оползня. Хотя такие индикаторы, как обломки горных пород, а также топография и морфология земной поверхности, дают должное представление об этих важных факторах, первоначальные показания задействованных датчиков, приборов и специальных устройств, необходимо снимать с определенной периодичностью, чтобы можно было установить тенденции и количественно оценить степень движения геомассы. Так, мониторинг медленных движений геомассы оползня может потребовать ежемесячных или ежеквартальных измерений, в то время как для быстро движущихся тел может потребоваться по несколько измерений в день.

Необходимо исследовать вид и размер частиц геоматериалов, составляющих оползневую массу, качество и форму гравия и других горных пород, цвет глины и т.д. При этом характеристики геологического строения оползня можно оценить, исследуя коренную породу на выходе вблизи места оползня и исходя из грубой стратиграфии, простирания и падения коренной породы.

Кроме того, весьма важно осуществить отбор проб геомассы тела оползня, с интервалом 30–50 м, посредством скважин, пройденных по всей его глубине. Первичные линии опробования должны располагаться в таком месте и в таком направлении, которые позволяют наблюдать за геологией, геологическим строением, минералогией, распределением грунтовых вод, деформацией земной поверхности, поверхностью скольжения и т.д. в подвижном блоке и которые являются наиболее подходящими для составления базового плана и базового проекта [10]. Если движение оползня имеет сложное направление и тело оползня обладает сложной геометрией в плане, то можно провести изогнутую съемочную линию.

Поперечные сечения основной линии наблюдения используются для двухмерного анализа устойчивости. Следовательно, первичные линии съёмки должны быть расположены в направлении, параллельном движению оползня. Если в окружающем грунте существует разлом или зона разрушения, важно выяснить, связаны ли они с оползнем или нет, отслеживая их распространение.

В результате осуществляемых полевых работ необходимо создать разрез тела оползня (рис. 4).

Для обеспечения поиска необходимых сведений и хранения собранных данных и сведений была разработана специальная форма опробывания оползней (рис. 5).

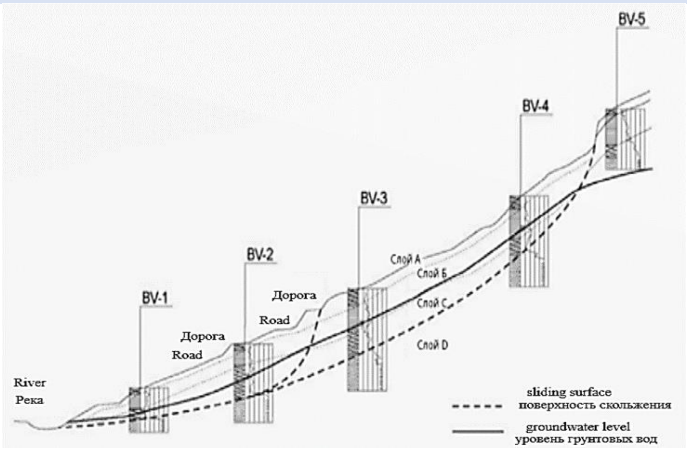


Рис. 4. Схема оползня [10]
Fig. 4. The scheme of the landslide

1.МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ

Широта N Долгота E

Высота м. над уровнем моря Топопланшет № (топографическая карта)

2. ДАННЫЕ ОПОЛЗНЯ

A. Геометрия: Длина Ширина Глубина Высота короны в м. (приблизительно)

B. Объем Материала (V): Кубический метр (м3)

C. Является ли оползень: *СВЕЖИЙ* *РЕАКТИВИРОВАННЫЙ* Дата/Месяц/Год

D. Если свежий, Дата возникновения Если Реактивирован, Дата события

E. Активность оползня: *АКТИВНЫЙ* *СПЯЩИЙ* *СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ*

F. Быстрота движения: *МЕДЛЕННЫЙ* *УМЕРЕННЫЙ* *СТРЕМИТЕЛЬНЫЙ* *ВНЕЗАПНЫЙ*

G. Тип оползня:

H. Расстояние выбега в м.

3. СПОСОБСТВУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

[i] Камень (скальная порода) *Выветрившийся* *Свежий*

[ii] Условия насыщения *НАСЫЩЕННЫЙ* *ВЛАЖНЫЙ* *СУХОЙ*

[iii] Растительный покров *БЕСПЛОДНЫЙ* *ГУСТОЙ*

[iv] Эрозия, вызванная водой (размыв) *ПОДОШВА (БАЗИС)* *ГОЛОВА (ВЕРШИНА)* *ГЛИНИСТАЯ*

4. УЩЕРБ

Рис. 5. Форма сбора необходимых данных и сведений при опробывании оползня
Fig. 5. The form of collecting the necessary data and information when testing a landslide

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хочется отметить, что специальная литература по оползневой опасности постоянно пополняется новыми данными, причем с возрастающей сложностью, некоторые методологические вопросы исследования оползней остаются ещё нерешенными [9].

Во-первых, несмотря на частое применение статистических моделей подверженности оползням, остается неясность в отношении системы отбора проб геомассы оползней, применяемого разрешения и неопределенности используемой модели. Во-вторых, из-за увеличения вычислительных мощностей и наличия специализированных программных инструментов модели подверженности оползням иногда применяются без должной интерпретации геоморфологической достоверности результатов. Кроме того, для многих удаленных регионов (особенно – горных) отсутствуют надежные оценки подверженности оползням.

ВЫВОДЫ

Неглубокие оползни в регионе наблюдаются с увеличением количества осадков и активности техногенных факторов. Наземные инженерно-геологические исследования оползневых территорий включают: геологическое картирование для определения структуры почвы и характеристик склонов; оценку гидрологических условий, таких как уровень грунтовых вод и влияние осадков; полевые замеры и наблюдения за состоянием склонов и существующими оползнями. Исследования оползней в селе Гуш-керт подчеркивают необходимость комплексного подхода к изучению и управлению рисками, связанными с оползнями.

В целом, можно подвести итог, что такого рода исследования могут предотвратить появление таких природных катаклизм, а так же защитить население от тяжелых ущербов и опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев А.Е., Торобеков Б.Т., Когулова Г.К. Создание базы объединенной оппозиции // Государство Кыргызстан- пока государственного технического университета-редакция И. И. Разакова N 1 (61). 2022. С. 132-143.

2. Воробьев А.Е., Кожогулова Г.К. Типизация оползней // В сборнике: Инновационные перспективы Донбасса. Материалы 8-й Международной научно-практической конференции. Донецк, 2022. С. 26-33.

3. Воробьѐв А.Е., Кожогулова Г.К. Классификация оползней в районах добычи полезных ископаемых // Актуальные вопросы геологии, инновационные методы прогнозирования, добычи и технологии обогащения полезных ископаемых // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. 28 июня 2022 г. / Под ред. Б.Ф. Исламова; Госкомгеологии Республики Узбекистан, Университет геологических наук, ГУ «Институт минеральных ресурсов». ГУ «ИМР», 2022. С. 177-180.

4. Снежана Михалич Арбанас, Желько Арбанас. Оползни: руководство по исследованию явлений и процессов, связанных с оползнями. Недилка Гаурина-Меджимурецкий университет в Загребе, Хорватия. 2015. Номер 474-509.

5. Методы мониторинга склонов: отчет о состоянии техники. Мюнхен. 2008. 179 p.

6. Никола Казальи, Уильям Фроделла, Стефано Морелли, Вероника Тофани, Андреа Чампалини, Эмануэле Интриери, Федерико Распини, Гульельмо Росси, Лука Тантери и Пинг Лу. Космические, беспилотные и наземные технологии дистанционного зондирования для картирования оползней, мониторинга и раннего предупреждения // Геоэкологические катастрофы. 4:9. 2017. 23 p. DOI 10.1186/s40677-017-0073-1.

7. Лизбет Джейкобс, Оливье Девитт, Жан Поэсен, Джон Секажуго, Адриано Нобиле, Мауро Росси, Вим Тьери и Матье Кервин. Оценка подверженности оползням на местах в условиях нехватки данных: населенные пункты в горах Рувензори // Nat. Hazards

Earth System. Sci., 18. 2018. С. 105-124. https://doi.org/10.5194/nhess-18-105-2018.

8. Группа по исследованию оползней. Независимое административное учреждение. 2007. 157 р.

9. Зейналов Э.Б. Углеродные наноструктуры в горных породах: обзор проблемы. Часть 2. Графен, углеродные нанотрубки, нановолокна / Э.Б. Зейналов А.Б. Гусейнов, М.Я. Магерамова, И.С. Гулиев // Азербайджанское нефтяное хозяйство. N 9. 2020. С. 22-31.

10. Лукин А.Е. Минеральные сферулы - индикаторы специфического флюидного режима рудообразования и нафтидогенеза // Геофизический журнал. № 6. Т. 35. 2013. С. 10-53.

11. Медведев Е.И., Молчанов В.П., Ивин В.В. Микро- и наноформы природного ртутистого золота Фадеевского рудно-россыпного узла (Приморье) // Фундаментальные исследования. № 9-8. 2014. С. 1765-1768.

12. Редкие металлы в рудных системах // www.researchgate.net/ Noble_Metal_Nanopart.

13. Попигайская задача // http://j-times.ru/rossiya/popigajskaya-astroblema.html.

14. Пучков Л.А., Воробьев А.Е. Человек и биосфера: вхождение в техносферу: Учебник для вузов. М.: МГГУ, 2000. 342 с.

15. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Леонтьев С.И. и др. Ассоциации микро- и наноразмерных обособлений благороднометалльного комплекса в рудах // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. № 1. Т. 1. 2008. С. 17-32.

16. Фокин А.А. Синтетическое легирование алмазоидов посредством скелетного редактирования. / А.А. Фокин, О.К. Решетилова, В.В. Бахонский, А.Е. Пащенко, А. Киверник, Т.С. Жук, Беккер Джонатан, Э.П. Джереми Даль, М.К. Карлсон Роберт и Р. Шрайнер Питер. // 2022. DOI: 10.1021/acs.orglett.2c00982.

17. Яковлев Р.Ю. Детонационный наноалмаз, как перспективный носитель биологически активных веществ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. // Рязанский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова. Рязань. 2016. 267 с.

18. Ривас-Санчес М.Л., Альва-Вальдивия Л.М., Аренас-Алаторре Дж., Уррутиа-Фукугаучи Дж., Перрин М., Гогуичаичвили А., Руис-Сандовал М. и Рамос Молина М.А. Наночастицы природного магнетита из железорудных месторождений: зависимость размера от магнитных свойств // Планеты Земля Космос, 61. 2009. С. 151-160.

19. Сейеде-Масуме Тагизаде, Айдын Береджян, Марзия Заре и Алиреза Эбрахимінежад. Новые взгляды на наноструктуры на основе железа // Процессы, 8. 2020. 1128. DOI: 10.3390/pr8091128.

20. Сан Ю. и др. Последние достижения в исследованиях слоя наноразмерных частиц в плоскостях сдвига горных пород // Успехи естественных наук 18. 2008. с. 367-373.

REFERENCES

1. Vorobyov A.E., Torobekov B.T., Kozhogulova G.K. Identification of basic features of landslide movement // Proceedings of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov N 1 (61). 2022. pp. 132-143.

2. Vorobyov A.E., Kozhogulova G.K. Typification of landslides // In the collection: Innovative perspectives of Donbass. Materials of the 8th International Scientific and Practical Conference. Donetsk, 2022. pp. 26-33.

3. Vorobyov A.E., Kozhogulova G.K. Classification of landslides in mining areas // Actual issues of geology, innovative methods of forecasting, extraction and technology of mineral enrichment // Materials of the International Scientific and Practical Conference on June 28, 2022 / Ed. B.F. Islamova; State Committee of Geology of the Republic of Uzbekistan, University of Geological Sciences, State Institution "Institute of Mineral Resources". GU "IMR", 2022. pp. 177-180.

4. Snježana Mihalyć Arbanas, Zeljko Arbanas. Landslides: a guide to researching landslide phenomena and processes. Nediljka Gaurina-Medjimurec University.

5. Methods of slope monitoring - a report on the state of the art. Munich. 2008. 179 p.

6. Nicola Casagli, William Frodella, Stefano Morelli, Veronica Tofani, Andrea Champalini, Emanuele Intrieri, Federico Raspini, Guglielmo Rossi, Luca Tanteri and Ping Lu. Space, unmanned and ground-based remote sensing methods for landslide mapping, monitoring and early warning // Geoecological disasters. 4:9.2017. 23 p. DOI 10.1186/s40677-017-0073-1

7. Lisbeth Jacobs, Olivier Devitt, Jean Poesen, John Secajugo, Adriano Nobile, Mauro Rossi, Wim Thierry and Mathieu Kerwin. Assessment of local landslide susceptibility in conditions of data scarcity: populated areas of the Ruvenzori Mountains // Nat. The danger system of the Earth. Nauka., 18. 2018. pp. 105-124.

https://doi.org/10.5194/nhess-18-105-2018

8. The Landslide Research Group. An independent administrative institution. 2007. 157 p.

9. Zeynalov E.B. Carbon nanostructures in rocks: an overview of the problem. Part 2. Graphene, carbon.

10. Lukin A.E. Mineral spherules - indicators of a specific fluid regime of ore formation and naphthidogenesis // Geophysical Journal. No. 6. Vol. 35. 2013. pp. 10-53.

11. Medvedev E.I., Molchanov V.P., Ivin V.V. Micro- and nanoforms of natural mercury gold of the Fadeevsky ore-placer node (Primorye) // Fundamental research. No. 9-8. 2014. pp. 1765-1768.

12. Noble metal nanoparticles in ore systems // www.researchgate.net / Noble_Metal_Nanopart.

13. Popigai astrobleme // http://j-times.ru/rossiya/popigajskaya-astroblema.html .

14. Puchkov L.A., Vorobyov A.E. Man and the biosphere: entering the technosphere: Textbook for universities. Moscow: MGSU, 2000. 342 p.

15. Sazonov A.M., Zvyagina E.A., Leontiev S.I. and others. Associations of micro- and nanoscale separations of the noble metal complex in ores // Journal of the Siberian Federal University. Series: Technique and technologies. No. 1. Vol. 1. 2008. pp. 17-32.

16. Fokin A.A. Synthetic alloying of diamondoids by skeletal editing. / A.A. Fokin, O.K. Reshetilova, V.V. Bakhonsky, A.E. Pashchenko, A. Kivernik, T.S. Zhuk, Becker Jonathan, E.P. Jeremy Dahl, M.K. Carlson, Robert and R. Schreiner, Peter. // 2022. DOI: 10.1021/acs.orglett.2c00982.

17. Yakovlev R.Y. Detonation nanodiamond as a promising carrier of biologically active substances. Dissertation for the degree of Candidate of Chemical Sciences. // Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov. Ryazan. 2016. 267 p.

18. Rivas-Sanchez M.L., Alva-Valdivia L.M., Arenas-Alatorre J., Urrutia-Fucugauchi J., Perrin M., Goguitchaichvili A., Ruiz-Sandoval M. and Ramos Molina M.A. Natural magnetite nanoparticles from an.

19. Seyedeh-Masoumeh Taghizadeh, Aydin Berenjian, Marziyeh Zare and Alireza Ebrahiminezhad. New perspectives on iron-based nanostructures // Processes, 8. 2020. 1128. DOI: 10.3390/pr8091128.

20. Sun Y. et al. Recent progress in studies on the nano-sized particle layer in rock shear planes // Progress in Natural Science 18. 2008. pp. 367–373.