



Столыпинский

вестник

Научная статья

Original article

УДК 631. 459

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ  
ИЛЕ-АЛАТАУСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА  
RESEARCH OF LANDSLIDE PHENOMENA ON THE TERRITORY OF  
ILE-ALATAU NATIONAL PARK**

**Нурмухан Айнур Арманкызы**, магистрант, Международной образовательной корпорации, (КазГАСА), Казахстан, г. Алматы, ainurka0801@mail.ru

**Nurmukhan Ainur Armankyzy**, undergraduate, International Educational Corporation, (KazGASA), Kazakhstan, Almaty, ainurka0801@mail.ru

**АННОТАЦИЯ**

Одним из наиболее опасной, распространенной геологической проблемой на сегодняшний день, являются оползневые процессы. Они несут серьезный вредоносный ущерб сельскохозяйственным угодьям, множество населённым пунктам, а также угрозу для жизни человека. Для оценки и выявления участков с наибольшей опасностью и предотвращению этих процессов, необходимо изучить причастность других природных факторов.

За период исследования 2022 года на отдельных склонах Иле-Алатау наблюдалось активное развитие оползневых процессов. Тем самым это создало большую надобность исследования оползневых процессов, во избежание возможных материальных, а также человеческих потерь.

Мировая практика знает множество методов для исследования и прогнозирования данных явлений. Посредством изучения и сравнения этих исследований в данной работе показан один из методов который был использован для обнаружения возможных потенциально опасных зон спада оползней проведением анализа подверженности оползневым процессам по: расположению тектонических разломов; растительному покрову (вычисление индекса растительности NDVI); влажности почвы (вычисление индекса влажности почвы WRI); уклону местности; гидрографии местности.

Предоставлен алгоритм выполнения работы по созданию геоинформационной системы для исследования оползневых процессов в Иле-Алатауском национальном парке.

#### **ANNOTATION**

One of the most dangerous, widespread geological problem today is landslide processes. They carry serious harmful damage to agricultural land, many settlements, as well as a threat to human life. To assess and identify areas with the greatest danger and prevent these processes, it is necessary to study the involvement of other natural factors.

During the study period of 2022, active development of landslide processes was observed on individual slopes of Ile-Alatau. Thus, this created a great need to study landslide processes in order to avoid possible material and human losses.

World practice knows many methods for researching and predicting these phenomena. By examining and comparing these studies, this paper shows one of the methods that has been used to identify possible potentially dangerous areas of landslide recession through the analysis of susceptibility to landslide processes by: the location of tectonic faults; vegetation cover (calculation of the vegetation index

NDVI); soil moisture (calculation of the soil moisture index WRI); terrain slope; local hydrography.

An algorithm for performing work on the creation of a geoinformation system for the study of landslide processes in the Ile-Alatau National Park is presented.

**Ключевые слова:** ГИС, NDVI, Water Ratio Index, оползни.

**Keywords:** GIS, NDVI, Water Ratio Index, landslides.

В предгорьях Иле-Алатау расположена крупная Алматинская агломерация с населением более 1,5 млн человек, с развитым сельскохозяйственным производством, множеством объектов пищевой, легкой, строительной промышленности, производства электроэнергии, является одним из крупнейших туристско-рекреационных центров Казахстана. По оценкам специалистов, ежегодный материальный ущерб от разрушительных экзогенных процессов в республике составляет около 50 млн долларов США. Существование риска сейсмического и риска опасных экзогенных процессов (селевого, оползневого, лавинного) является одним из серьезных лимитирующих факторов [1].

От оползней ежегодно страдают десятки и сотни зданий и сооружений, происходит разрушение полотен дорог, обвалы откосов и склонов, обрушение сооружений и так далее. И конечно нельзя не отметить, что во время оползней ежегодно становятся жертвами до 1000 человек. Это само по себе является наиважнейшим фактором, говорящим об актуальности данной проблемы [2].

Оползни несут серьезный вредоносный ущерб сельскохозяйственным угодьям, множество населённым пунктам. Чтобы бороться с такими процессами, обычно максимально применяются противооползневые сооружения, идет выращивание распространенных растительности. Во многом случае, оползневые спады зачастую возникают на склонах, где бывают смешивание горных пород. Распространению оползней содействуют такие причины, когда в земной коре бывают трещины, образовавшиеся из-за

землетрясении. В настоящее время данное исследование ведется по всему миру.

Для исследования возможных причин оползневых спадов в Иле-Алатау, были выбраны пять критериев, для данной территории. Были изучены:

- растительный покров;
- влажность почвы;
- активные тектонические разломы;
- уклон местности;
- гидрография территории.

Также была создана модель представленная на рисунке 1, где показан алгоритм в программе ArcGIS, для выполнения работы. Данную модель можно использовать для анализа в других похожих исследованиях.

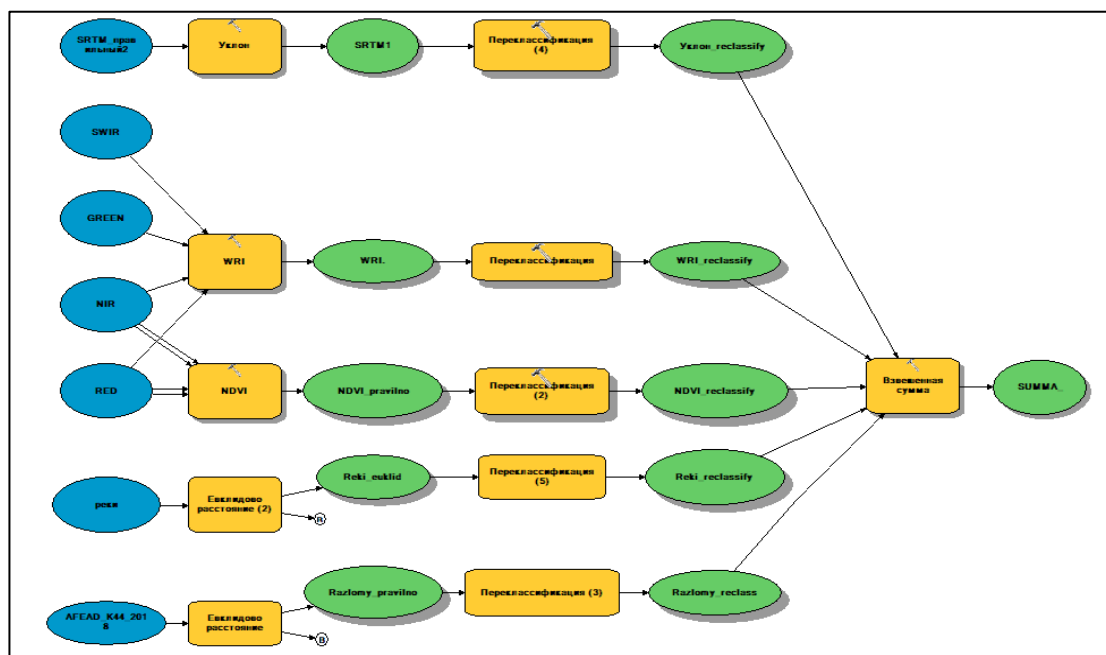


Рисунок 1 – Созданный ГИС для определения оползневых спадов на территории Иле-Алатау

Один из пяти показателей который был изучен это растительный покров территории. Для этого был использован метод нормализованного вегетационного индекса (NDVI). Это метод, разработанный для определения

порога развития растений. Для обработки снимка применялись следующие спектральные каналы 2, 3 и 4 (синий, зеленый и красный) представляют видимую часть спектра. Сочетание каналов «Естественные цвета», обычно используемое в снимках, комбинирует эти каналы таким образом, чтобы изображение выглядело так, как его видит человеческий глаз [3]. Спутник имеющий каналы представлен в таблице 1.

Таблица 1. Спутник имеющий канал для данной работы

Спутники	Номер каналов	Название спектров
Landsat 8	2 канал	Blue - Синий
	3 канал	Green - Зелёный
	4 канал	Red - Красный
	5 канал	NIR - Ближний ИК
	6 канал	SWIR1 - Коротковолновый ИК 1
	7 канал	SWIR2 - Коротковолновый ИК 2

Индекс растительности вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{band5 - band4}{band5 + band4} = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad [4].$$

При использовании этого метода показатель растительного покрова выявил состояние растительности на местности. Благодаря выявленному показателю был определен уровень растительного покрова поверхности который показан на рисунке 2. На полученную карту была сделана классификация в результате которой было получено пять классов определяющие уровень растительного покрова.

На легенде приведенной классификации, представленной на рисунке 2 шкала уровня растительности приведена в цветах от светлых тонов, которые показывают наименьший уровень растительности до наивысшего красного оттенка, показывающий большое количество растительности на территории.

Данная классификация помогла вычислить самые низкие значения NDVI, где мало растительности, и они же получают наибольший показатель возможности спадов, так как редкая растительность приводит к более высокому риску оползневых спадов, и наоборот высокий уровень растительности препятствует им.

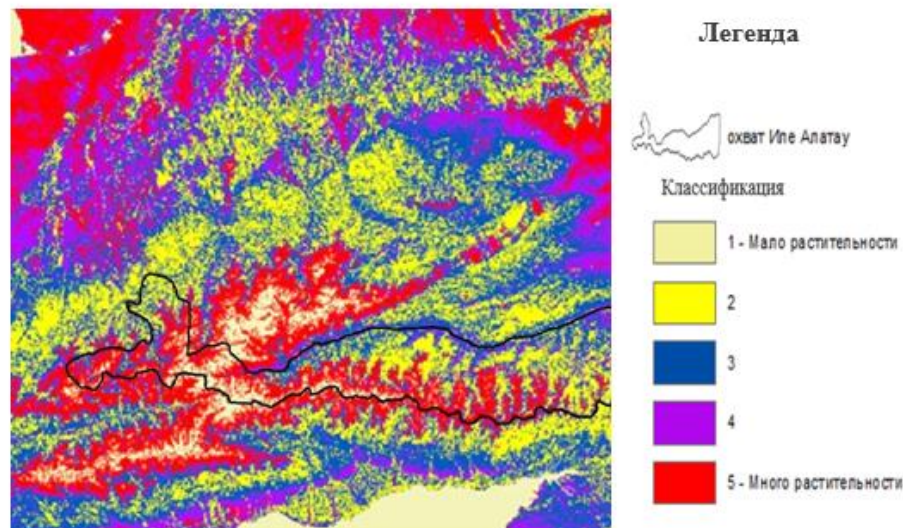


Рисунок 2 – Обработка снимка для определения уровня растительного покрова

На данную местность также был рассчитан водный индекс «Water Ratio Index» (WRI), который использовался для оценки содержания влаги в растительном покрове. Водный индекс рассчитывался по формуле с использованием снимка спутника Landsat 8:

$$WRI = GREEN 2 + RED 3 / NIR 4 + SWIR2 [7]$$

На легенде приведенного водного индекса WRI показанный на рисунке 3 уровень влажности приведен в виде шкалы.

Данный анализ определил самые высокие значения влажности почвы, показывающие наибольшую возможность спадов, так как высокий уровень влажности приводит к более высокому риску оползневых спадов, а низкий уровень влажности показывает наименьшую вероятность спадов.

Самый высокий показатель влажности оказался на центральной зоне исследуемой территории и данный показатель уменьшается к западной части.

Конечный растр демонстрирует показатель влажности почвы.

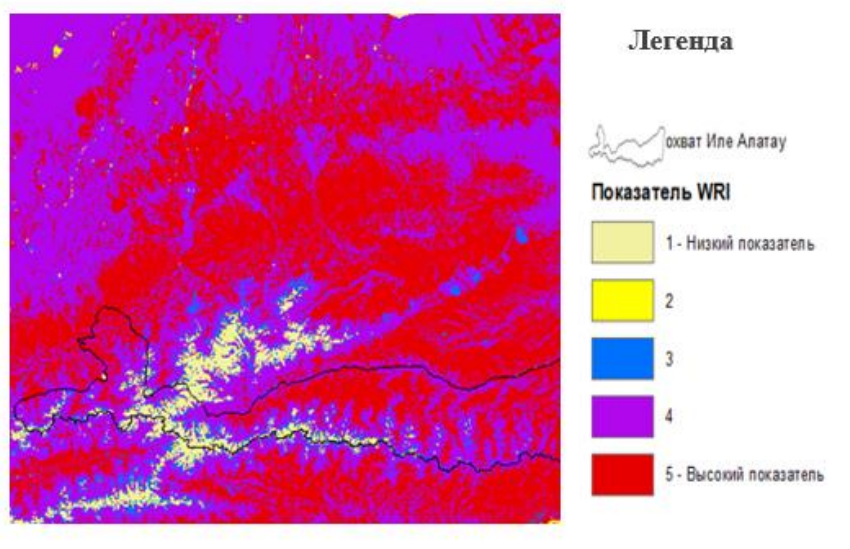


Рисунок 3 - Обработка снимка для определения влажности почвы

По данным, чаще всего оползни сползают где обычно происходят сильные землетрясения, и последствием того являются разломы земной коры. «Разлом» определяется как нарушение целостности горной породы. Он возникает из-за естественного движения литосферных плит. Сами они находятся на большой глубине и находятся в непрерывном движении [5].

Чтобы узнать причастность разломов, была определена территория где проходят активные разломы Евразии. Для этого был использован источник <http://neotec.ginras.ru/database.html> активных в данный момент разломов на исследуемую территорию.

База данных об активных разломах Евразии представляет собой сборник материалов в едином формате, накопленный к настоящему времени многими исследователями. Она вмещает более 20 тысяч географически привязанных объектов – разломов, зон разломов.

В результате сделана карта активных разломов данной территории с использованием векторных данных в виде shape-файлов. Если посмотреть на рисунок 4, территория Иле-Алатау находится на красной с наибольшей



склонностью к активным разломам зоне. Отчетливо видно, как на западной части данной территории проходят разломы земной коры.

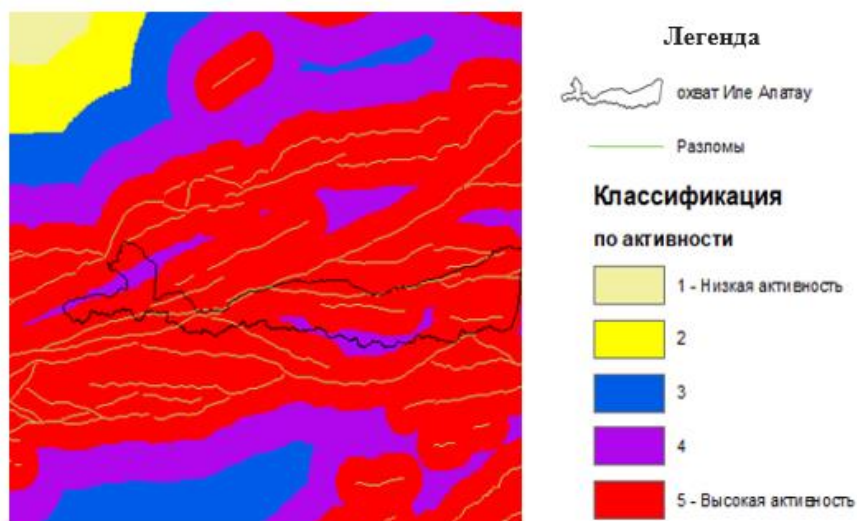


Рисунок 4 - Обработка снимка для определения расположении тектонических разломов

С помощью цифровой модели рельефа был определен уклон. Результат приведен на рисунке 5.

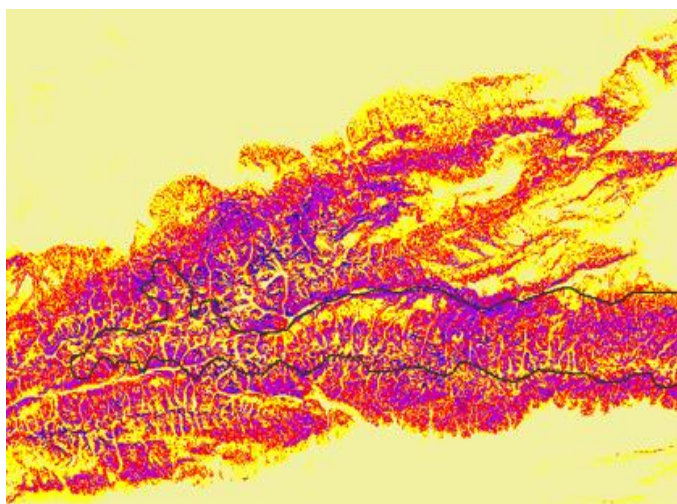


Рисунок 5 – Уклон местности

Чтобы показать уровень опасности уклона, была сделана переклассификация на вычисленный уклон [6].



Через уклон определяется склонность к спадам оползней. Так как оползни наиболее вероятны на крутых склонах, более высокие значения уклонов были перекодированы в наиболее высокие значения индекса. Результат показан на рисунке 6.

По результатам анализа, было выявлено, что общий уровень склонности к спадам оползней на данный момент на среднем или же выше среднего уровня, стабильных и безопасных зон крайне мало.

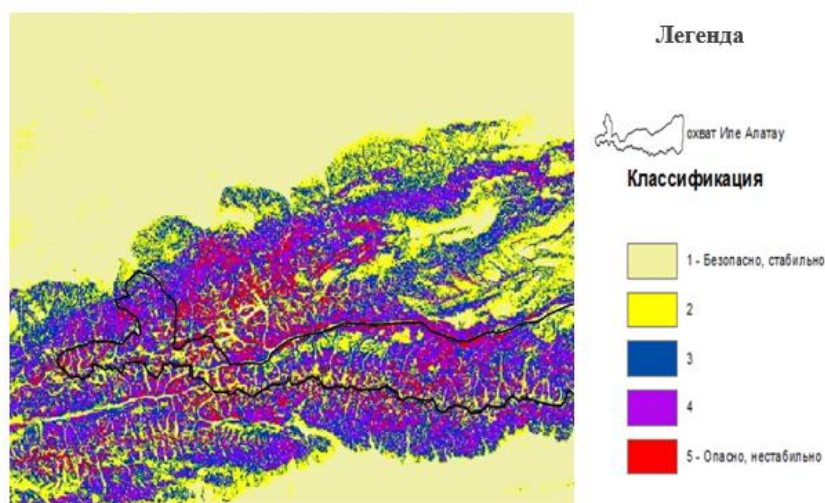


Рисунок 6 - Обработка снимка для определения склонности к спадам оползней на местности

Приближенность рек и озер, играют важную роль, так как оползни образуются в основном из-за подмыва пород водой в сочетании с выветриванием и переувлажнением [7]. Также оползень может сойти в результате землетрясения, подмыва склонов морскими или речными водами.

Данные гидрографии были взяты из Open Street Map через ПО QGIS. Была создана карта, подверженности оползням по приближенности рек. Определена активность гидрографии на территории, показывающая, что данная территория Иле-Алатау находится на красной зоне, где высокая активность рек. Результат анализа показан на рисунке 7.

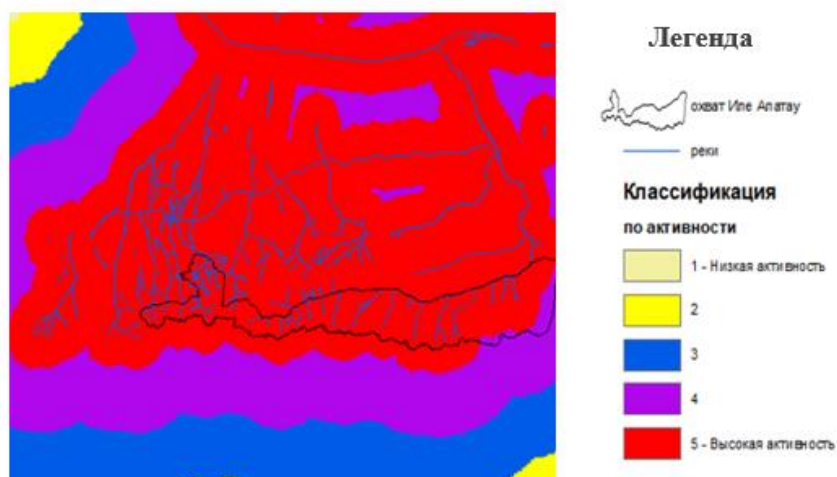


Рисунок 7 - Визуализация приближенности рек

Используя все данные по пяти критериям, были получены результаты анализа для определения мест, подверженных риску оползней на рисунке 8.

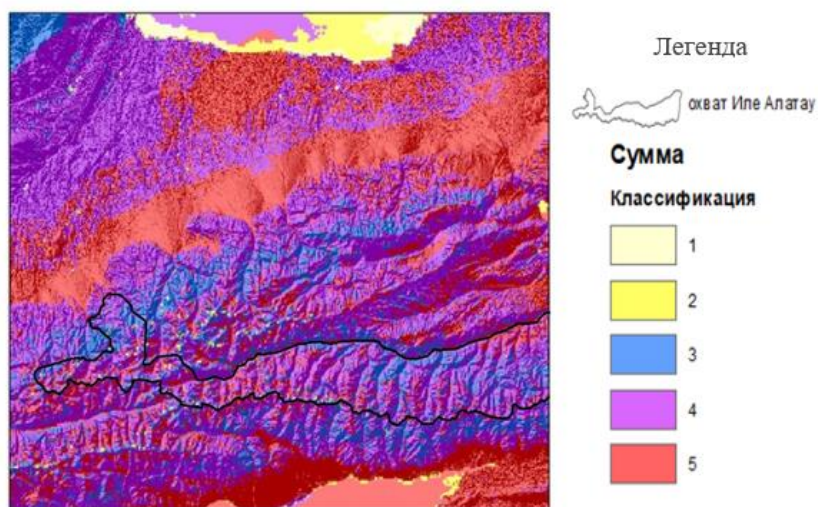







Рисунок 8 – Результат суммирования пяти показателей

При создании данной были использованы значения, полученные в результате выше проведенного анализа по 5 выбранным критериям для определения подверженности оползневым процессам.

По полученным результатам была сделана оценочная шкала по степени опасности оползневых спадов на территории Иле-Алатау (см. табл. 2).

Таблица 2. Оценочная шкала по степени опасности

Цвет	Класс	Степень опасности	Устойчивость	Вероятность схода оползней
	1	Низкая	Грунтовый покров стабилен.	Вероятность крайне низкая.
	2	Умеренная	Оползневый спад на крутых склонах закреплен умеренно, на остальных склонах хорошо.	Вероятность спада оползней значительно средняя.
	3	Значительная	Оползневый спад закреплен на крутых склонах либо умеренно, либо слабо.	Вероятность оползневых спадов значительно тревожная.
	4	Высокая	Грутовый покров слабо закреплен на большинстве склонов.	Высокая вероятность спада оползня.
	5	Экстремальная	Грунтовый покров нестабилен.	Спад оползня неизбежно.

**Вывод:**

В результате проведенных анализов получены следующие выводы:

По растительному покрову было выявлено, что на данной территории мало растительности, что означает вероятность спада крайне низкая. Влажность почвы не превышает средний показатель. Результат по уклону местности - оползневый спад закреплен на крутых склонах умеренно. Наибольшую роль играют тектонические разломы и гидрография местности. Данная территория находится там, где высокая активность рек и активных разломов земной коры.

Проведенные и полученные результаты исследования данной работы позволят решить проблемы, связанные с оползневыми процессами, которые могут произойти в будущем.

**Список литературы:**

1. *Есжанова А.С.*, Особенности изучения и картографирования опасных процессов горных регионов Казахстана (на примере северного склона

- Иле-Алатау). Сборник трудов конференции., Издательство: ГЕОС (Москва)., 2008. 134-138 с.
2. *Бакулина А.А., Шешенов Н.В.*. Сборник трудов конференции., Мероприятия, направленные на укрепление оползней., Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Рязанский Издательско-Полиграфический Дом "ПервопечатникЪ" (Рязань)., 2016. 194-197 с.
  3. *Бондур В.Г., Воробьев В.Е.*, Космический мониторинг импактных районов Арктики., Исследование земли из космоса., 2015. 4-24 с.
  4. *Степанов С.Ю., Петров Я.А., Вагизов М.Р., Сидоренко А.Ю.*, Мониторинг данных дистанционного зондирования Земли по данным спутника Landsat., Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право., 2020. 206-216 с.
  5. *Константинов Ю.А., Хатамов Ю.Б., Шаова Ж.А.*, Оползни на территории Республики Адыгея., Новая наука в интерпретации современного образовательного процесса ., Сборник научных трудов. Под редакцией С.В. Кузьмина. Казань, 2017. 289-311 с.
  6. *Шварев С.В.*, Анализ параметров древнего катастрофического оползня в долине реки Пслух (западный кавказ) с использованием данных лазерного сканирования., Геоморфология, Российская академия наук, Институт географии РАН., 2015. 90-98 с.
  7. *Санин А.Ю., Терский П.Н.*, Угрозы качеству вод онежского озера., Пензенский Государственный аграрный университет (Пенза)., 2018. 263-266 с.

### Referents

1. Eszhanova A.S., Features of the study and mapping of hazardous processes in the mountainous regions of Kazakhstan (on the example of the northern slope of Ile-Alatau). Collection of proceedings of the conference., Publisher: GEOS (Moscow)., 2008. 134-138 p.

2. Bakulina A.A., Sheshenov N.V. Proceedings of the conference., Measures aimed at strengthening landslides., Publisher: Limited Liability Company "Ryazan Publishing and Printing House "Pervopechatnik"" (Ryazan)., 2016. 194-197 p.
3. Bondur V.G., Vorobyov V.E., Space monitoring of the impact regions of the Arctic., Exploration of the earth from space., 2015. 4-24 p.
4. Stepanov S.Yu., Petrov Ya.A., Vagizov M.R., Sidorenko A.Yu., Monitoring of Earth remote sensing data based on Landsat satellite data, Information technologies and systems: management, economics, transport, law. , 2020. 206-2016 p.
5. Konstantinov Yu.A., Khatamov Yu.B., Shaova Zh.A. Landslides on the territory of the Republic of Adygea.,
1. New science in the interpretation of the modern educational process., Collection of scientific papers. Edited by S.V. Kuzmin. Kazan, 2017. 289-311 p.
6. Shvarev S.V., Analysis of the parameters of an ancient catastrophic landslide in the Pslukh river valley (western Caucasus) using laser scanning data., Geomorphology, Russian Academy of Sciences, Institute of Geography RAS., 2015. 90-98 p.
7. Sanin A.Yu., Tersky P.N., Threats to the quality of the waters of Lake Onega. Penza State Agrarian University (Penza), 2018. 263-266 p.

© Нурмухан А. А., 2023 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №3/2023.

**Для цитирования:** Нурмухан А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИЛЕ-АЛАТАУСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №3/2023.