

**S.N. ABDULMYANOV, R.Ch. ARIFULOV**

Staatliches Geologisches Museum. IN UND. Vernadsky RAS, Moskau, Russland  
Aktiengesellschaft "Rosgeologia", Moskau, Russland

**INFORMATIONSSRESSOURCENKONZEPT  
"ATLAS EINFACHER HILFSFORMEN DER MONGOLEI"**

**ANMERKUNG**

Mit der Nutzung von Satellitendaten auf der Erdoberfläche und geografischen Informationssystemen wurde es möglich, ein neues Informationsprodukt anzubieten, das geschaffen wurde, um wissenschaftliche und pädagogische Probleme zu lösen und den ökologischen Tourismus zu entwickeln.

Der Inhalt der Informationsquelle ist ein kurzer Überblick über die systematisierten Informationen über das Gebiet der Mongolei, die für Studenten von Bedeutung sind, mit der Offenlegung visueller Merkmale Geomorphologische Objekte.

Der Atlas enthält Bilder, Programme der Abteilung Geowissenschaften, mit modernen Anforderungen zu Struktur, Inhalt und Gestaltung von Informationsprodukten. Beispiele für schön gestaltete Studienführer ziemlich viel.

Potenzielle Nutzer des neuen Informationsprodukts sind vor allem Studenten der geographischen Fachrichtungen der Universitäten, vor allem der mongolischen. Materialien dazu Atlanten sind für ein breites Publikum konzipiert: Lehrer, Lehrer, Betreiber von Reiseunternehmen, selbstreisende Touristen und die lokale Bevölkerung.

Thematisches Anschauungsmaterial wird allen nützlich sein, die sich für die Besonderheiten der geologischen Geschichte und des modernen Reliefs der Mongolei und der angrenzenden Berggebiete Zentralasiens - Russland, Kasachstan und China - interessieren.

Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit Forschungsteams aus Russland und der Mongolei erstellt.

**Stichworte:** Satellitendaten, Gebirgsländer, geomorphologische Merkmale, Geoparks, Geotope, Darstellung von Landschaftsformen auf Karten

## **EINFÜHRUNG**

Die Idee, mithilfe von Satellitenbildern, Luftbildern und Fotografien von Objekten Landschaftsformen darzustellen und weiter zu untersuchen, ist keineswegs neu. Eine solche Untersuchung der Oberfläche wurde ab dem Moment möglich, als eine ausreichende Anzahl von Bildern auftauchte, die Luftaufnahmen erheblich verdrängten. Ausgewählte und aufbereitete Satellitenbilder von Objekten, einzelne Abschnitte der Erdoberfläche für die Zwecke Entzifferung und weitere praktische Nutzung, veröffentlicht in Form eines Praxisleitfadens - Atlas, wurden auch früher immer wieder umgesetzt [1, 2]. Satellitenmosaiken von Territorien Verschiedene Länder und Regionen der Welt mit unterschiedlichen Details sind auch gefragte High-Tech-Güter von Unternehmen.

Der Kenntnisstand über das Territorium der einzelnen Länder ist hoch. Zu vielen großen Naturobjekten der Welt werden auch schön illustrierte wissenschaftliche Arbeiten mit großem Informationsgehalt veröffentlicht.

Ein Beispiel dieser Art kann die neueste Arbeit zu den vulkanischen Strukturen Saudi-Arabiens sein, die erfolgreich Satelliten- und Luftaufnahmen, Lidar-Daten, kartografische Quellen und Fotografien von Objekten aus der Forschung kombiniert Routen [3, 4]. Die aufgeführten Werke zeigen moderne Möglichkeiten sowohl für das Studium der Oberfläche und geomorphologischer Objekte als auch für die Schaffung moderner Informationsquellen für Bildung und Geotourismus.

Die von den Autoren vorgestellte Arbeit widmet sich dem interessantesten Gebiet der zentralasiatischen Region - der Mongolei, verbunden mit Russland durch gemeinsame Erforschung von Naturobjekten, die Durchführung großer Bergbauprojekte, gemeinsame Geschichte und Kultur. Die Mongolei ist ein gebirgiges Gebiet, das verschiedene Formen des modernen Reliefs vereint. Die geologische Geschichte der Region hat die Entstehung und Vielfalt der Formen vorgegeben, und die Prozesse der Oberflächenumwandlung finden unter den unterschiedlichsten Bedingungen statt. Aus geologischer und geografischer Sicht ist die Mongolei ein attraktives und einzigartiges Land, vielfältig gebaut, gut exponiert, relativ leicht zu passieren und für Studien zugänglich [5-8].

Die Relevanz des Projekts ergibt sich aus der Notwendigkeit und Komplexität der Ausbildung von Spezialisten in den Grunddisziplinen, den Lehrplänen der erdwissenschaftlichen Sektion, mit modernen Anforderungen an die Struktur, den Inhalt und die Gestaltung von Informationsprodukten. Es gibt einige Beispiele für gut gestaltete Studienführer [9, 10].

Potenzielle Nutzer des neuen Informationsprodukts sind vor allem Studenten der geographischen Fachrichtungen der Universitäten, vor allem der mongolischen. Materialien dazu Atlanten sind für ein breites Publikum konzipiert: Lehrer, Lehrer, Betreiber von Reiseunternehmen, selbstreisende Touristen und die lokale Bevölkerung.

Thematisches Anschauungsmaterial wird allen nützlich sein, die sich für die Besonderheiten der geologischen Geschichte und des modernen Reliefs der Mongolei und der angrenzenden Berggebiete Zentralasiens - Russland, Kasachstan und China - interessieren.

Die Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit Forschungsteams aus Russland und der Mongolei erstellt.

## **2. MATERIALIEN UND METHODEN**

### **2.1. Ziele und Aufgaben zur Erstellung des Atlas**

Mit der Nutzung neuer Daten über die Erdoberfläche und geografischer Informationssysteme (GIS) wurde es möglich, ein neues Informationsprodukt anzubieten, das zur Lösung wissenschaftlicher und pädagogischer Probleme und zur Entwicklung des ökologischen Tourismus geschaffen wurde - "Atlas der einfachen Landformen der Mongolei (Illustrationen für die Kurs Geomorphologie)". Der Zweck der Erstellung einer Informationsressource besteht in größerem Maße darin, die Suchanfragen von Schülern und in geringerem Maße von Lehrern zu befriedigen. Solcher Inhalt der Informationsressource, räumliche Abdeckung und Gestaltung des Materials werden zum ersten Mal angeboten.

Auf der Basis von Naturbeobachtungen entstehen realistische Raumvorstellungen, die ein individuelles visuelles Erlebnis formen. Zusammen mit den verfügbaren Erdfernerkundungsdaten (im Folgenden als ERS bezeichnet) sind Werkzeuge moderner Kartographie eröffnet dies neue Möglichkeiten für die wissenschaftliche Forschung, die Umsetzung vielfältiger praktischer Aufgabenstellungen und die erfolgreiche Bewältigung von Disziplinen. Die Sättigung abstrakter räumlicher Daten über das Territorium mit thematischen Illustrationen und kurzen wissenschaftlichen Kommentaren ist die Hauptaufgabe des Projekts.

Um pädagogische Probleme erfolgreich zu lösen, ist es notwendig, Oberflächenbereiche zu suchen, auszuwählen, Serien (Illustrationspakete) von Bildern heller geomorphologischer Objekte zu haben, aussagekräftig und visuell.

Teilweise einfache Aufgaben für das Verfahren zur Entschlüsselung von Bildern (die dargestellten Objekte sind geomorphologische Elemente, teilweise bedingt durch die geologische Struktur, im Original - Allgemeine oder Elementare Geomorphologie, Direkte oder Ergänzende Geomorphologie, Indirekte oder Komplementäre Geomorphologie). Darüber hinaus sind die Größen der meisten von ihnen mit dem Maßstab visueller Darstellungen vergleichbar, mit visueller Erfahrung und benötigen keine spezielle Ausbildung.

Welche geografischen Merkmale sind besonders bedeutsam und wie sehen sie aus? Was sind die Zeichen, die den hohen Wert von Objekten bestimmen? und sich ein visuelles Bild des Territoriums machen? Viele Merkmale werden beim Studium einfacher Landschaftsformen offenbart [11, 12].

Schwierig für die Wahrnehmung und spätere Analyse sind sowohl die Größe von Objekten (z. B. der Rang von physischen und geografischen Regionen) als auch geomorphologische Elemente und Strukturen, die die Merkmale der geologischen Struktur schwach oder gar nicht widerspiegeln (Relief über bedeckte Gebiete (unabhängige Geomorphologie) [1, 2].

## **2.2. Konstruktionsprinzipien und Merkmale Produkt**

Bei der Erstellung des Atlas wurden die Grundprinzipien berücksichtigt, die sich in Struktur, Inhalt, Design und einheimischen Traditionen bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien widerspiegeln. Gleichzeitig fehlt es der Arbeit nicht an hellen Einzelmerkmalen - der Vernetzung von Illustrationen, Prägnanz und Klarheit.

Merkmale des Inhalts des Projekts - Betonung der Eigenschaften der Erdoberfläche und heller geologischer und geomorphologischer Objekte, die in einigen Fällen Teil des geologischen Erbes der Erde sind.

Für einen erheblichen Teil der repräsentativen Gebiete und der vorgeschlagenen Kategorien geografischer Objekte ist es durchaus akzeptabel, die Begriffe Geotop (Geotop), seine konstituierenden Gebiete (Geosite) und geomorphologische Gebiete (Geomorphosite) zu verwenden. Die Entwicklung der Tourismusbranche ist ohne Arbeit an der Auswahl von Objekten, ihrer Rangordnung, Katalogisierung und ihrem Schutz nicht möglich [13, 14]. Beispiele für die Lösung der Probleme der Erforschung, Erforschung, Katalogisierung und des Schutzes von überwiegend geologischen Objekten finden sich in Deutschland. Die Initiative von Fachleuten aus Bayern (Bayerisches Geologisches Landesamt - BayGLA) war zeitgemäß und entwickelt [1.].

Einige der betrachteten Naturensembles der Mongolei, die derzeit nicht unter Schutz stehen, könnten bald der höchsten Schutzeinheit des geologischen Erbes der Erde zugeordnet werden - Geopark und UNESCO-Geopark (Geopark und UNESCO Global Geopark - UGGp).

Das Geopark-Entwicklungsprogramm wurde von der UNESCO in Zusammenarbeit mit der International Union of Geological Sciences (IUGS) und den National Geographic Institutes entwickelt. Es wurde im März 1999 vom General genehmigt Konferenzen der UNESCO [2, 3].

2004 wurde auf der 1. Internationalen Konferenz in Peking das Global Network of National Geoparks gegründet. Seit 2013 ist das Asia Pacific Geoparks Network Teil des globalen Netzwerks von Parks [14].

Die Zahl der Geoparks wächst – allein in China wurden 2019 47 (!) Objekte angelegt. Der erste Geopark, der 2017 im Altai geschaffen wurde, ist Kektokay (Kektogoy, Keketuohai, Keketouhai

UGGp)<sup>[4]</sup>. Koordinaten: 47.221390° / 89.809732°. Der UNESCO-Geopark Kektokai befindet sich im Dzhungar Altai, in unmittelbarer Nähe zum Zentrum Asiens, in der Autonomen Region Xinjiang der Uiguren, in der Präfektur Altai, Landkreis Fuyun, China. Der Höhenbereich reicht von 1072 bis 3234 m, die Fläche des Parks beträgt 2337,90 km<sup>2</sup>.

Der am Südhang des Großen Altai gelegene Geopark Kektokay spielt eine wichtige Rolle für das Verständnis der geologischen Entwicklung der Region, einschließlich der Entwicklung des Altai-Orogengürtels.

#### INTERNET-RESSOURCEN

<sup>1</sup>. Geotopen in Deutschland, "Nationale Geotope" Akademie für Geowissenschaften und Geotechnologien e.V., Hannover, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) / <https://www.geoakademie.de/geotope>

<sup>2</sup>. International Union of Geological Sciences (IUGS) / <https://iugs.org/index.php>

<sup>3</sup>. Global Geoparks Network (GGN) / [www.globalgeopark.org](http://www.globalgeopark.org)

<sup>4</sup>. Keketuohai UNESCO Global Geopark / [www.keketuohaijgeopark.com/en](http://www.keketuohaijgeopark.com/en)

### 2.3. Verwendete Abbildungsebenen und Maßstäbe

Die Kartierung im Atlas erfolgt auf drei Ebenen: Region, Objekte, Standorte. Die Vielfalt der verwendeten Skalen ist hinsichtlich der räumlichen Abdeckung für verschiedene Kartierungsebenen vergleichbar.

Alle beispielhaft ausgewählten Flächen - Mosaikbilder der Erdoberfläche - wurden im Geographischen Koordinatensystem (GCS Datum): World Geodetic System, WGS 1984 (EPSG: 4326) aufbereitet.

Für Bilder des Territoriums der Mongolei, großer Naturregionen - Greater Altai, Khangai und andere - wurde eine äquidistante konische Kartenprojektion (World Equidistant Conic) verwendet. Mittelmeridian: 90°. Hauptparallele: 60°. Maßstab 1:55 000-1: 1.200 000. Zylindrische Mercator-Kartenprojektion (Web Mercator - Auxiliary Sphere) wurde für Bilder von geomorphologischen Objekten verwendet. Maßstab 1:1 600-1:55 000. Diese Maßstabswerte werden durch die Größe der Objekte bestimmt. Für die Darstellung der Stadtteile wurden Maßstäbe von 1:20 000-1:55 000 verwendet, für Plots (Objektfragmente) Maßstäbe von 1:1 100 - 1:3 000.

Das Ergebnis für alle Mapping-Ebenen sind gebrauchsfertige Bilder. Die thematischen Illustrationen des Atlas enthalten Bilder, die auf der Grundlage des Weltraums erstellt wurden Himmels- und Luftaufnahmen, Fotos von Routen, Referenzkarten, die für 9 Themen erstellt wurden und die die Lage geomorphologischer Objekte angeben.

### 2.4. Werkzeuge und Methoden

Bei der Erstellung der Materialien des Atlas wurden die kartografische (informationskartografische) Methode sowie Methoden der Fernbeobachtung und Feldforschung verwendet.

Der Wert von Satellitendaten ist unbestreitbar. Ihre lawinenartige Anzahl, hohe Detailtreue und Flächendeckung beeindrucken.

Radardaten ermöglichten es, DEMs öffentlich zugänglich zu machen, und die Datenvisualisierung in Form von digitalen Höhen- und Geländemodellen (DEM / DET) ermöglichte den Übergang auf eine qualitativ neue Forschungsebene. Die Möglichkeiten der multizonalen Bildgebung ermöglichen es, eine große Menge an Informationen über die Eigenschaften zu erhalten Erdoberfläche, Atmosphäre und andere Daten.

Das Fehlen von Satellitenbildern ist das Fehlen, das Verbergen oder die unzureichende Menge an visuellen Merkmalen geografischer Objekte. In geringerem Maße handelt es sich um Fehler bei der Orthorektifizierung von Bildern, die mit Daten über die Höhereigenschaften des Geländes verbunden sind, was für das betrachtete Gebiet sehr wichtig ist.

Bei der weiteren Betrachtung der Aufgabe, sich auf dem Boden zu bewegen, das Bergrelief zu beurteilen, sind eine Technik zum Entschlüsseln von Bildern, Felderfahrung und Qualifikationen erforderlich. Typische praktische Aufgaben. In diesem Fall sind die Hauptkriterien: Analyse des Zustands der Oberfläche, einschließlich Anpassungen an saisonale Veränderungen, Diagnose und

Bewertung von Gebirgsreliefformen und ihren Elementen im weiteren Sinne, Passierbarkeit natürlicher Barrieren oder Hindernisse.

Wichtig sind auch solche Parameter wie die Steilheit der Hänge, der Gefahregrad (Erdrutsche, Muren und Lawinen), die Kategorisierung und Beschaffenheit von Pässen, die Schwierigkeit, eine Wanderroute zu passieren - Hänge, Grate, Traversen oder Täler.

Der Vorteil von topografischen Karten ist eine detaillierte Beschreibung der Zerlegung des Reliefs, der Passierbarkeit und der Verkehrsanbindung des Gebiets. Die praktische Anwendung topografischer Karten ist ihr Einsatz für die Logistik bei der Lösung militärischer und ziviler Probleme dänischen Zweck (Berechnung von Zeit- und Arbeitskosten von Routen) sowie deren Verwendung als kartografische Grundlage für die Erstellung thematischer Karten.

Der Vorteil von Fotografien von den Routen liegt in der Übertragung der morphologischen Merkmale der Oberfläche, des Aussehens des Objekts, seiner Textur und einer Reihe anderer visueller Merkmale.

Der Nachteil ist, dass die "vom Boden" aufgenommenen Bilder nicht transformiert (ortho-transformiert) und in eine kartografische Form gebracht werden können.

Ausnahmen sind Bilder von unbemannten Luftfahrzeugen (UAVs). Große Mengen an eingehendem Fernerkundungsmaterial, "direkter Datenfluss", breite Möglichkeiten zu deren Visualisierung, "datenbankbasierte Kartographie" sind die Realitäten der Gegenwart und oft ein Routineverfahren.

Als Hauptdatenverarbeitungswerkzeug wurden die GIS-Funktionen von ArcGIS Desktop v10.3.0 verwendet. Esri Inc., Google Planet Earth Pro, SASPlanet sowie Grafikeditoren und Bildbearbeitungsprogramme <sup>[5-7]</sup>.

#### **2.4.1. Das Verfahren zur Erstellung einer Kartographie Material**

Die Reihenfolge der Vorbereitung des kartografischen Materials umfasste: 1) Objektwahl; 2) Erstellen eines Projekts unter Verwendung der grundlegenden thematischen Ebenen einer GIS-Anwendung.

Nach der Auswahl von Datenquellen und dem Vergleich thematischer Layer von verschiedenen Datenanbietern wurden die optimierten, regelmäßig aktualisierten Satellitenmosaiken von World Imagery (Esri Inc.) zur Hauptquelle für Oberflächenbilder. Durch die Aneinanderreihung vieler Einzelaufnahmen (Szenen) entstehen zusammengesetzte, weitgehend klanglich ausgewogene Coverages. Mosaik wurden auf verschiedenen Fernerkundungsdatenquellen erstellt: EOS-AM 1 (Terra), SPOT, GeoEye IKONOS, AeroGRID, Maxar Technologies, unter Beteiligung des Nationalen Instituts für Geographie (Instituto Geografico Nacional - IGN Spanien) und einer Reihe anderer Organisationen <sup>[8]</sup>.

Ein Beispiel für die Aktualisierung von Satellitenmosaiken für das Gebiet der westlichen Mongolei ist in Abbildung 2 dargestellt.

In einer Reihe von Fällen wurde zur Erstellung von Bildern einzelner Gebirgszüge des mongolischen Altai - Tavan-Bogdo-Ola, Sailyugem, Tsambagarav und einer Reihe anderer Objekte - ein digitales Höhenmodell (DEMs) auf der Grundlage von Radarvermessungsdaten verwendet (Shuttle Radar Topographic Mission, SRTM v4), Daten USGS Mehrzonenbilder - Landsat-8 OLI, ESA - Sentinel-2. <sup>[9, 10]</sup>.

Basierend auf der Transformation dieser Bilder wurden eine Reihe von Bildern, die für den Druck in hoher Qualität bestimmt sind, und Sets mit einheitlichem Design und Größe der Bildmuster (Vorschaubilder) vorbereitet. Beim Entwerfen einer Reihe einheitlicher Bilder wurden eine Skalenskala und eine Kreisskala mit Gradteilungen ("Azimutring") verwendet. Beispiele für Fotografien von Objekten und fertige Bilder von Rebounds sind in den Abbildungen dargestellt.

Gebrauchsfertige Atlasbilder sind optimal zum Betrachten, Lösen einfacher praktischer Probleme, auch in Dokumenten, und eignen sich auch zum Selbstaussdrucken im Mittelformat. Standard für alle Themenbilder Auswahlmöglichkeiten: JPG-Format, Größe 1920×1260 Pixel, Auflösung 300 dpi, in zwei Gestaltungsvarianten - Farbe RGB 24 Bit und Monochrom Grau 127 Bit.

Bis heute wurden über 1.500 Bilder allein aus den Satellitenmosaiken World Imagery von Esri

erstellt und sind als ZIP-Dateien verfügbar. Nachfolgend finden Sie Abbildungsbeispiele in zwei Gestaltungsmöglichkeiten.

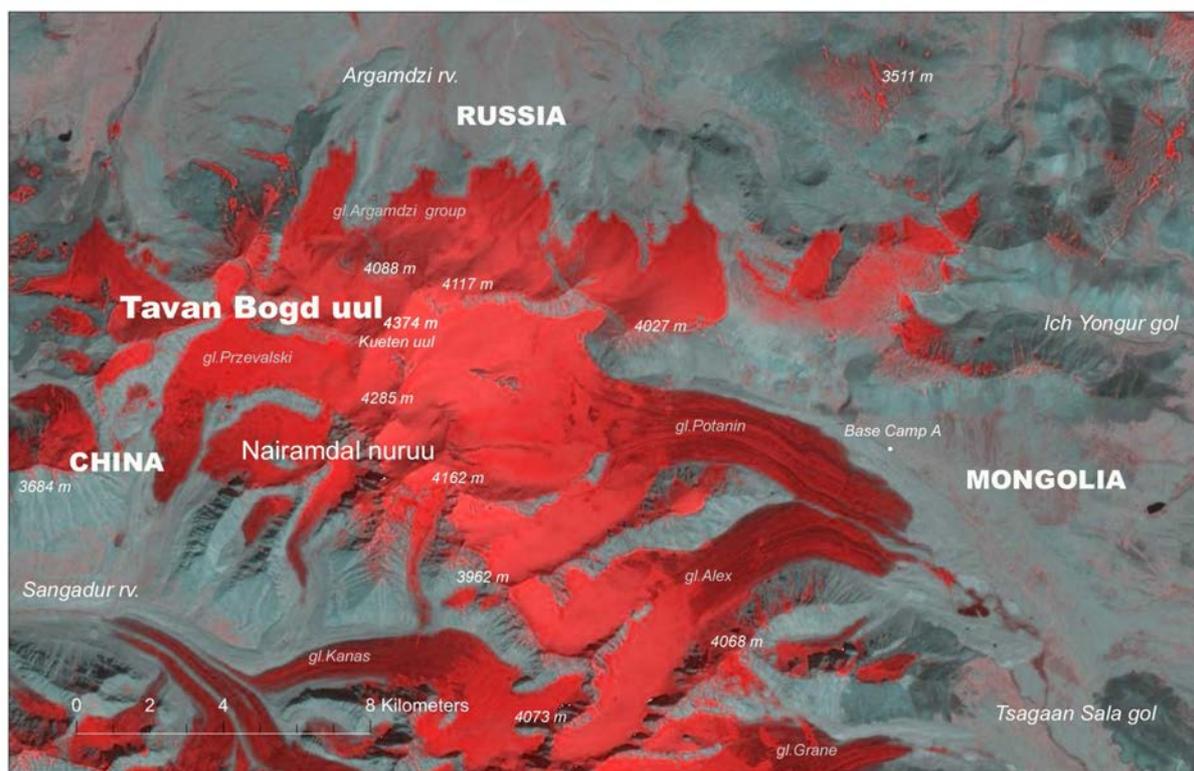
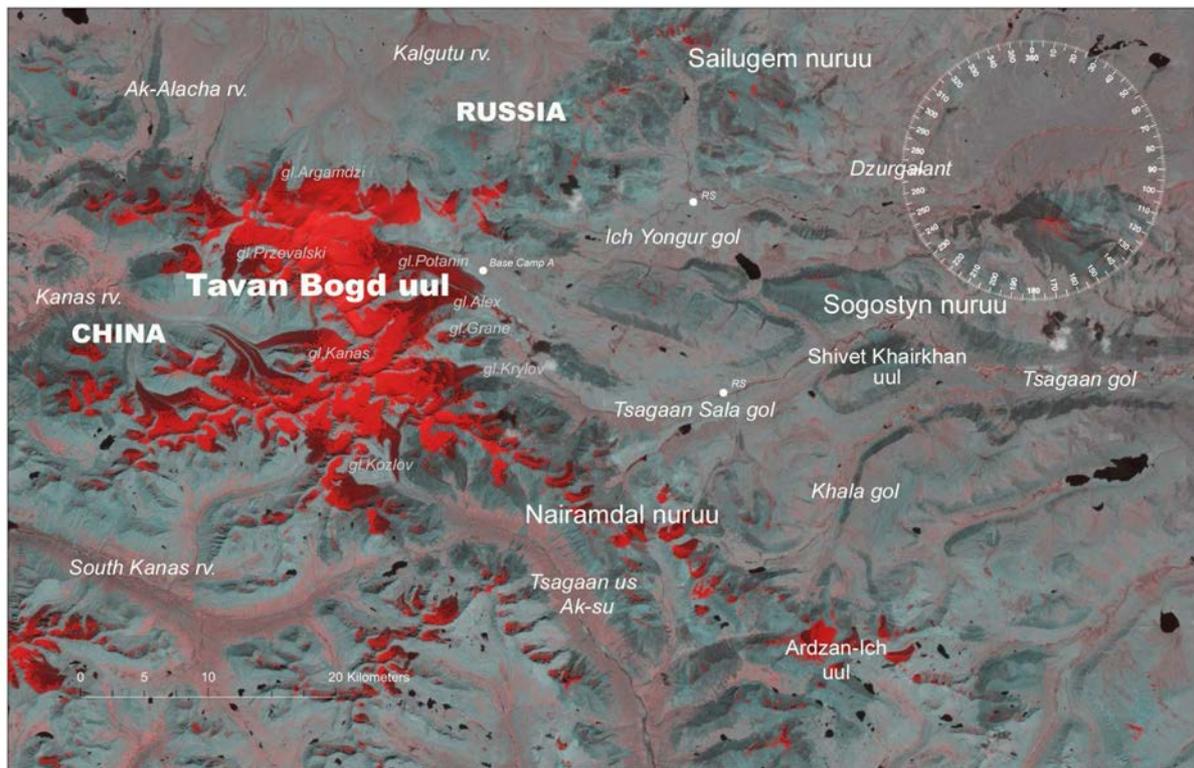


Abb. 1. Grenzüberschreitender Gletscherkomplex Tavan Bogd uul. Altai Tavan Bogd Nationalpark. Orographische, hydrologische Einheiten, Basislager A, Rangerstationen (RS) sind markiert. Layer-Option: Sentinel-2A. T45UWQ\_20200717T051132. IR-Bereich. Gefälschte Farben. Ein Beispiel für die Verwendung eines Satellitenbildes vom 17. Juli 2020, Maßstabsabweichung und Infrarotdaten [9]. M. 1:55000-1:15.000. Abdulmyanov S.N.

Ein Beispiel für Maßstabsvariationen und eine monochrome Version von Aufnahmebildern ist in Abbildung 6 dargestellt. Thematische Illustrationen des Projekts werden mit Inschriften in englischer Sprache gegeben. Beispiele für Fotografien von Objekten und fertige Bilder von Rebounds sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Eine erhebliche Einschränkung für die Untersuchung kleiner Reliefformen sind aufgrund des Mangels unzureichende Bilddetails von (Lidar-) Daten, Oberflächenvermessungen von UAVs. Aber bei der notwendigen detaillierten Charakterisierung einfacher Formen gehört solchen Materialien die Zukunft.



Abb. 2. Der Hang des Shiveet Khairkhan uul, höhe 3349 m. Formen des kryogenen Reliefs sind sichtbar - Stein fließt. Koordinaten:  $49,099623^{\circ}$  /  $88,215670^{\circ}$ . Layer-Option: World Imagery, Esri, in Version 2021 (a), 2022 (b). Bilder verschiedener Jahreszeiten - Sommer und Herbst: Sie können den Unterschied sehen in der Beleuchtung des Nordwesthangs zu verschiedenen Tageszeiten, Bewölkung, Merkmale des Wasserkraftnetzes.



Abb. 3. Blick auf die dicken Schneewälle des Kiytyn uul, 4374 m, Osthang. Tavan Bogd uul. Foto vom Potaningletscher. 2019.08.12. Koordinaten:  $49,146111^{\circ}$  /  $87,819167^{\circ}$  (a). Blick auf das Schneekirche, 4080 m (Tsagaan Suvarga uul, "Weiße Stupa", Markierung auf der topografischen Karte, 4073,0 m). Koordinaten:  $49,099444^{\circ}$  /  $87,855000^{\circ}$ . Foto vom Alexandra-Gletscher. 2019.08.07. Abdulmyanov S.N. (b). Altai Tavan Bogd Nationalpark.

#### INTERNET-RESSOURCEN

- <sup>5</sup> ArcGIS Desktop v10.3.0. Esri Inc. / <https://www.arcgis.com>
- <sup>6</sup> Google Planet Earth Pro, Google Inc. / <https://www.google.com/earth>
- <sup>7</sup> SAS. Planet, SASGIS. Web mapping and navigation / <http://sasgis.org/>
- <sup>8</sup> Maxar Technologies / <https://www.maxar.com/>
- <sup>9</sup> Terra. NASA's Earth Observing System. The EOS Flagship / <https://terra.nasa.gov/>
- <sup>10</sup> High-Resolution Topography Data and Tools, OpenTopography Facility, University of California, San Diego Supercomputer Center / [www.opentopography.org/lidarlandforms](http://www.opentopography.org/lidarlandforms)



Abb. 4. Gletscher am Nordwesthang des Tsast uul, höhe 4208 m. Tsambagarav Nationalpark. Koordinaten:  $48.741094^{\circ}$  /  $90.687176^{\circ}$ . Foto Schmelzzonen des größten Gletschers des Komplexes "A". Formen der Gletscheroberfläche, End- und Seitenmoränen sind sichtbar. Abdulmyanov S.N., 2015.08.09. 16.30. GMT+6. (a). Layer-Option: World Imagery, Esri, 2022 (b).



Abb. 5. Zerstörter Suvarga-Vulkan (Suvarga Togoo uul), höhe 2302 m, Khangai-Hochland. Koordinaten:  $48.126716^{\circ}$  /  $99.910632^{\circ}$ . Foto des äußeren Teils des Kegels von Südwesten. Die Eigenschaften des Abhangs, der Basaltoberfläche, der Vegetation, fragmentarische Schneedecke. Abdulmyanov S.N., 2008.11.21.10.06. GMT+6. (a). Layer-Option: World Imagery, Esri, 2022 (b).

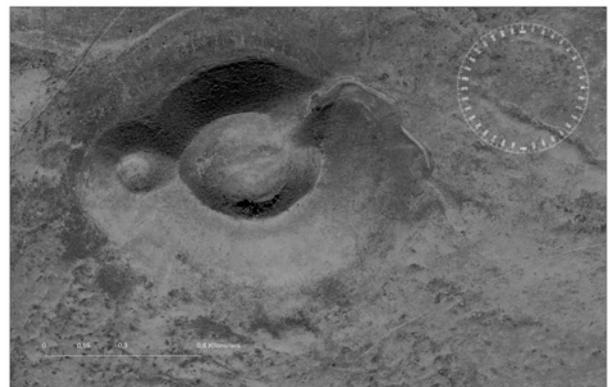
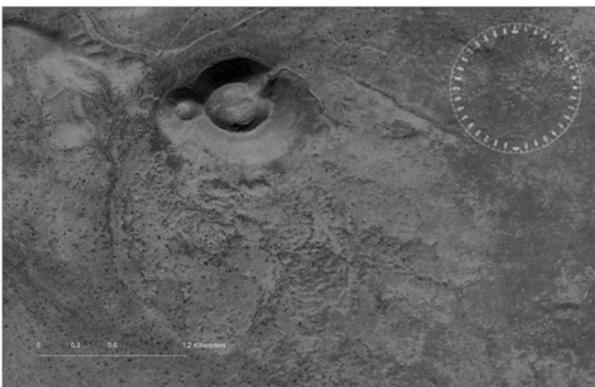


Abb. 6. Vulkan Bogdyn duush, höhe 1627 m, Darganga Plateau. Schutzgebiet Shiliin Bogd uul. Koordinaten:  $45.432795^{\circ}$  /  $114.571782^{\circ}$ . Sie können den zerstörten Kegel des Vulkans sehen, einen kleinen Krater, fließender Lavastrom. Ein Beispiel für Skalenvariationen und eine monochrome Version eines Bildes. M. 1:6.000-1:2.000. Layer-Option: World Imagery, Esri, 2022.

## 2.4.2. Verfahren zur Erstellung von Anschauungsmaterial basierend auf Fotos von Routen

Das Verfahren zur Erstellung von Anschauungsmaterial auf der Grundlage von Fotos von den Routen erforderte eine Bildüberprüfung mithilfe von Fernerkundungsdaten und topografischen Kartendaten sowie die Erstellung einer Reihe einheitlicher Bilder.

Alle Bilder von geomorphologischen Objekten von Feldrouten haben Referenzen - Koordinaten und Höhen, sind in der Datenbank des Informationsprojekts enthalten. Standard für alle Bilder: JPG-Format, Rahmengröße Längsseite 1920 Pixel, Auflösung 72 dpi. Für eine Reihe animierter Bilder wird das GIF89a-Format verwendet. Dafür können einzelne Bilder verwendet werden PNG-, PDF-Format.

## 3. ERGEBNISSE

Aufbau und Inhalt des Atlas entsprechen dem Grundkurs Geomorphologie und bestehen aus einer Einleitung, drei Themen und einem Schluss.

Der Atlas zeichnet sich durch einen klar strukturierten Materialaufbau, thematisch aufbereitete Abbildungsreihen aus Teile und Themen. Inhalt der Informationsressource ist ein kurzer Überblick über die systematisierten Informationen, die für Studierende über die untersuchte Erdoberfläche bedeutsam sind und aufzeigen visuelle Zeichen verschiedener geomorphologischer Objekte. Tabelle 1 enthält den Inhalt des Atlas – eine Liste von Abschnitten und Themen. Der Text geht kurz auf die Objekte und Illustrationen ein. Jedes der 9 Themen enthält zwei Versionen des Bildes.

**Tabelle 1.** Inhalt des "Atlas einfacher Landschaftsformen Mongolei (Illustrationen zum Kurs der Geomorphologie)".

	Name der Abschnitte und Themen des Atlas
	Einführung
	Moderne Ideen über das Relief und die Methoden seiner Untersuchung. Der Wert der Methode der Feldforschung.
	Mongolei: Reliefbildungsprozesse, Zeitaspekte. Landschaftsformen gebirgiger Länder.
Teil 1.	Endogene Prozesse und Landschaftsformen: TektonikVerformungen, Erdbeben und Magmatismus.
1.1.	Tektonische Scherverformungen (seismische Versetzungen). Die entlastungsbildende Bedeutung von Erdbeben.
1.2.	Tektonische Faltendeformationen (plastische Verformungen - Schichten und Falten).
1.3.	Eruptive Strukturen und vulkanische Bauwerke (aufdringlich und effusiver Magmatismus).
Teil 2.	Exogene Prozesse und Landformen. Externe Prozesse und ihre morphologischen Ausprägungen.
2.1.	Meteorkrater (Astrobleme).
2.2.	Gletscher- und Permafrostlandschaften (Schnee, Eis und Erde).
2.3.	Flusslandschaften (Flüsse und Täler, Hänge, Wasser Bäche und Seen).
2.4.	Äolische Landformen (Gebiete von Sandmassiven).
2.5.	Hänge (Hang Gravitationsprozesse).
2.6.	Thema Mensch und Relief (technogene Formen).
Teil 3.	Relief und seine visuelle Darstellung.
3.1.	Morphometrische und morphologische Indikatoren.
3.2.	Methoden zum Anzeigen von Reliefformen auf Karten.
	Folgerung
	Geologische Prozesse, Strukturformen und ihre morphologischen Ausprägungen.

## Teil 1. Endogene Prozesse und Landformen: Tektonische Deformationen, Erdbeben und Magmatismus.

**Thema 1.1. Tektonische Scherverformungen (seismische Versetzungen).** Gegeben für die Zone der Nord-Khangai- und Bogdi-Verwerfungen. Dies ist ein Beweis für katastrophale Erdbeben in der Mongolei. Bilder von seismischen Versetzungen nach Gebiet, infolge der Erdbeben von Khangai (Tannuol): Tsetserleg (Mw 8,0) - 09.06.1905 und Bolnai (Mw 8,3–8,5) - 23.06.1905, Gobi-Altai (Mw 8,1) - 04.12.1957, Bayan -Tsagan-Erdbeben (Mw 6,9) - 04.07.1958 und eine Reihe anderer seismischer Ereignisse [7, 15, 16, 17, 18, 19].

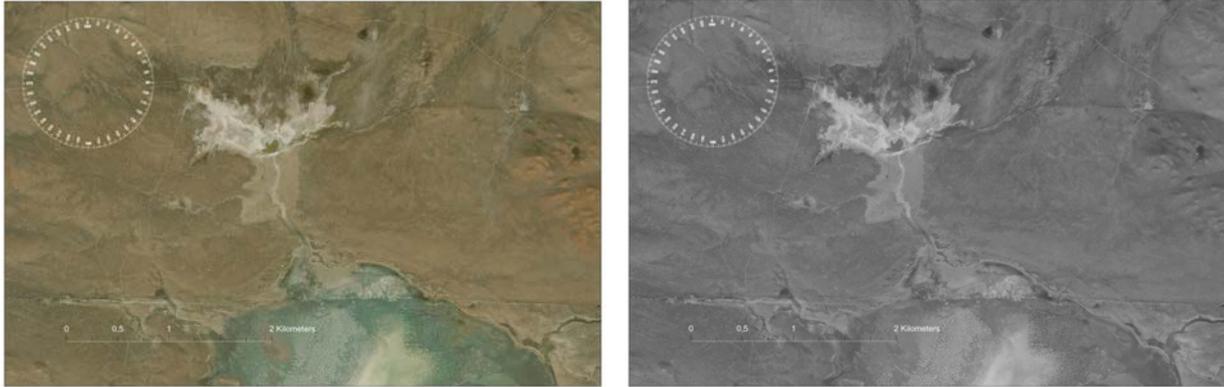


Abb. 7. Ansicht des Gebiets mit seismischen Brüchen, dem Bolnai-Erdbeben vom 23.06.1905 (Mw 8,5). Tsavdaan Nuur, Nord-Khangai-Verwerfung, Khangai-Hochland, höhe 1635 m. Koordinaten:  $49.270891^\circ / 95.661886^\circ$ . Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

**Thema 1.2. Tektonische Faltendeformationen (Schichten und Falten)** werden für das mongolische und Gobi Altai, das Becken der Großen Seen, die Sailyugem- und Khan-Khuhiin-Kette, die angrenzenden Teile der Dzungarischen und östlichen Gobi (Gobi-Shamo) und eine Reihe anderer Gebiete angegeben. Auf dem Territorium befinden sich helle geologische Strukturen Mongolei und China [6, 7, 8, 14]. Dieser Abschnitt umfasst auch nicht nur gefaltete Deformationen, sondern auch kontrastierende Bereiche der Oberfläche mit guter Freilegung von mesozoischen Gesteinen [5, 7, 8].

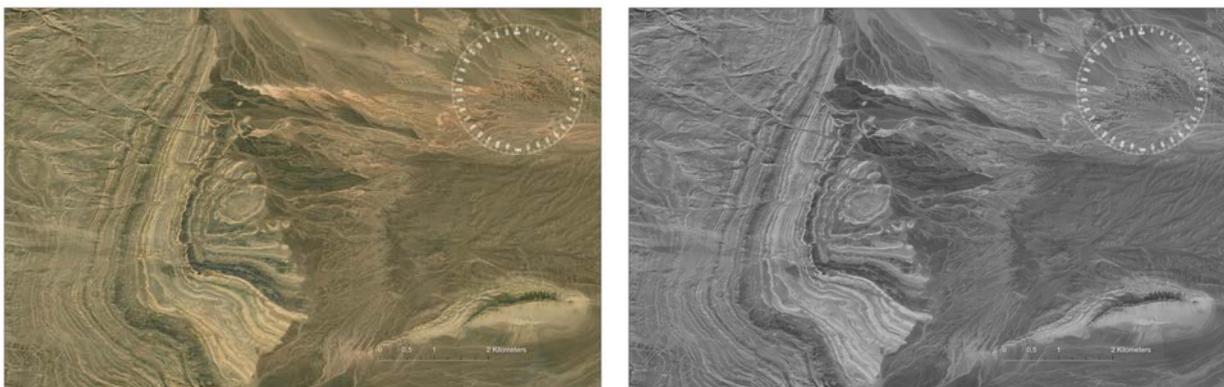


Abb. 8. Ansicht einer kontrastierenden gefalteten Struktur, nordöstlich von Tooroityn khokh uul, höhe 1270 m. Koordinaten:  $43.259715^\circ / 99.673171^\circ$ . Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

**Thema 1.3. Eruptive Strukturen und vulkanische Strukturen** der Mongolei und des angrenzenden Territoriums Chinas. Eruptive Strukturen befinden sich am Südhang des mongolischen Altai, im Gobi Altai und in der östlichen Gobi.

Vulkane befinden sich im Khangai-Hochland (Khangai-Bogenerhebung), im Gobi-Altai, in der östlichen Gobi, im Südosten - dem grenzüberschreitenden Dariganga-Plateau (chinesisch: Abaga oder Dalenuor) am Westhang des Greater Khingan.

In der Mongolei gibt es mehr als 300 erloschene Vulkane, Vulkanlandschaften unterschiedlichen Erhaltungsgrades und Alters nehmen weite Teile des Landes ein. Känozoische Vulkankomplexe befinden sich in 11 Regionen des Landes [5, 6, 8, 20, 21, 22].

**Tabelle 2.** Names and coordinates of representative volcanoes of the Dariganga plateau, southeastern Mongolia, Sukhebaatar aimag.

No	Die Namen der Objekte sind in mongolischer Sprache angegeben	Höhe (m)	Koordinaten (angegeben in Bruchteilen eines Grades)
01.	Шилийн Болд уул	1777,5	45.472307° / 114.583857°
02.	Ац уул	1715,0	45.439549° / 114.531945°
03.	Богдын дөш	1627,0	45.432930° / 114.571240°
04.	Сэнжитийн өндөр	1599,5	45.451779° / 114.728396°
05.	Их уул	1584,2	45.178050° / 114.346725°
06.	Бүдүүн толгой	1582,3	45.371347° / 114.358750°
07.	Шилийн Богд уул (klein)	1581,9	45.442988° / 114.635312°
08.	Ламтын дөш	1674,0	45.291217° / 114.518653°
09.	Ягаан толгой	1567,1	45.419873° / 114.678440°
10.	Богдын эмээл	1564,8	45.491993° / 114.650903°
11.	Баруун хөнөг	1564,4	45.521949° / 114.724460°
12.	Бага уул	1562,0	45.154388° / 114.344150°
13.	Хайчин хүрээт	1559,0	45.500055° / 114.500700°
14.	Аргалант толгой	1558,8	45.422637° / 114.480115°
15.	Ац хар	1552,7	45.520265° / 114.787803°
16.	Дөш уул	1547,9	45.337579° / 114.183355°
17.	Хадат шовдол	1543,6	45.363810° / 114.337629°
18.	Ухаа толгой* (1)	1538,6	45.380926° / 114.508884°
19.	Баян цагаан уул	1534,8	45.519243° / 114.324318°
20.	Гангийн цагаан овоо	1530,2	45.293443° / 114.073851°
21.	Ацгийн өндөр	1525,6	45.584275° / 114.687189°
22.	Хагдат хүрээт толгой	1522,6	45.407634° / 114.401236°
23.	Шар өндөр	1514,4	45.577367° / 114.614919°
24.	Ухаа толгой* (2)	1501,2	45.256651° / 114.261044°
25.	Үүдийн ухаа толгой	1499,5	45.469054° / 113.978809°
26.	Зүүн хөнөг	1488,9	45.573462° / 114.752077°
27.	Цамхаг уул	1483,0	45.486107° / 114.240719°
28.	Агтын хүрээ	1478,0	45.436016° / 114.696679°
29.	Өлгий уул	1463,2	45.301609° / 114.178978°
30.	Энгэрийн ухаа	1458,2	45.386480° / 114.112659°
31.	Хэрээ бүдүүн	1477,3	45.435056° / 114.286810°
32.	Балудай	1440,9	45.544946° / 114.838551°
33.	Талын ухаа	1440,1	45.390891° / 114.172398°
34.	Ламт уул	1434,5	45.330377° / 114.452723°
35.	Цулхарын уул	1432,4	45.654243° / 114.794305°

36.	Сулхар уул	1430,7	45.659942° / 114.741176°
37.	Таван толгой	1423,7	45.573669° / 114.439691°
38.	Бадрах	1423,7	45.237753° / 114.190937°
39.	Эрэн толгой	1422,7	45.455169° / 114.249732°
40.	Тарвагант толгой	1412,4	45.550894° / 114.372786°
41.	Namenlos	1402,9	45.274760° / 114.244031°
42.	Урд холбоо толгой	1399,8	45.454356° / 114.318353°
43.	Жавхлант толгой	1398,0	45.322486° / 114.075924°
44.	Хойд холбоо толгой	1391,2	45.469587° / 114.278356°
45.	Хичиг уул	1384,6	45.600372° / 114.820569°
46.	Сүүл хар өндөр	1378,4	45.708991° / 114.837478°
47.	Зотол хаан уул	1375,2	45.819726° / 114.733695°
48.	Хэлтгий уул	1372,1	45.652863° / 114.557670°
49.	Баян эрхт	1371,8	45.531840° / 114.906486°
50.	Алтан овоо	1353,7	45.311993° / 113.836265°
51.	Муруй өндөр	1347,4	45.715224° / 114.618095°
52.	Баруун бүс	1343,0	45.623616° / 113.895832°
53.	Заан шаагийн өндөр	1336,8	45.720509° / 114.587995°
54.	Дунд нарт уул	1323,7	45.434323° / 113.819905°
55.	Баруун нарт	1314,4	45.473157° / 113.658443°
56.	Асгатын цагаан толгой	1302,2	45.739529° / 113.777900°
57.	Асгат уул	1293,1	45.729344° / 113.733097°
58.	Урд гууны цагаан толгой	1292,9	45.473989° / 113.610423°
59.	Лүн уул	1291,6	45.434901° / 113.518639°
60.	Ухаа толгой* (3)	1290,5	45.819992° / 113.911717°
61.	Эмээл цагаан толгой	1289,2	45.513959° / 113.773437°
62.	Хондлой цагаан толгой	1283,4	45.700818° / 113.833519°
63.	Хараат	1268,2	45.524934° / 113.366900°
64.	Авгайт / Агуйт	1266,6	45.501026° / 113.473930°
65.	Хамрын цагаан толгой	1264,8	45.574852° / 113.634134°
66.	Зүүн бүрслүүр уул	1255,5	45.567543° / 113.519700°
67.	Гүн өндөр / Гүний уул	1249,8	45.782640° / 114.364797°
68.	Ац өндөр	1231,8	45.819246° / 114.384094°
69.	Баруун бүрслүүр	1226,7	45.573071° / 113.410352°
70.	Тээг	1194,8	45.531458° / 113.441529°

\* Vulkane mit demselben Namen sind mit einem Sternchen und Zahlen in Klammern gekennzeichnet.

Bauwerke aus einer alten Zeit sind erhalten geblieben: Tertiärer, kreidezeitlicher Unterwasservulkanismus im Zusammenhang mit der Bildung des kambrischen Inselbogens (der in der englischen Literatur übernommene Begriff ist Kambro-Ordovizium "Ikh Mongol Arc System") [23, 24]. Im Gegensatz zu Formen, die mit tektonischen Verformungen verbunden sind, sind vulkanische Strukturen und Landschaften den meisten Schülern durch ihre hellen Merkmale bekannt, ähnlich wie bei vielen Vulkanen auf der Welt. Ihre Anzahl und Aktivität seit dem Miozän (Pliozän, Eopleistozän, PlayStozän-Holozän) hinterließ zahlreiche Zeugnisse in Form von Basaltkomplexen.



Abb. 9. Blick auf die zerstörte Caldera - Artyn Khuree, höhe 1478 m, Darganga-plateau, Grenze zwischen der Mongolei und China. Koordinaten: 45.436016° / 114.696679°. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

## Teil 2. Exogene Prozesse und Landformen. Äußere Prozesse und ihre morphologischen Ausdrücke.

**Thema 2.1. Meteorkrater (Astrobleme)** sind einzigartige Objekte. Sie haben charakteristische morphologische Umrisse und Gesteinsveränderungen, die durch eine starke Explosion entstanden sind. Auf dem Territorium der Mongolei wurden Meteoriten und ihre Fragmente unterschiedlicher Größe und Zusammensetzung, Ringstrukturen mit Morphologie und Anzeichen von Impaktmetamorphose gefunden [25]. Als Beispiel wird der Tabun-Khara-Obo-Krater genannt in der östlichen Gobi <sup>[11]</sup>. Die Materialien wurden auf den Astroblemen von Tsenkher, Agit-Khangai, Khure-Mandal und Bayan-Khuri und anderen Objekten vorbereitet.

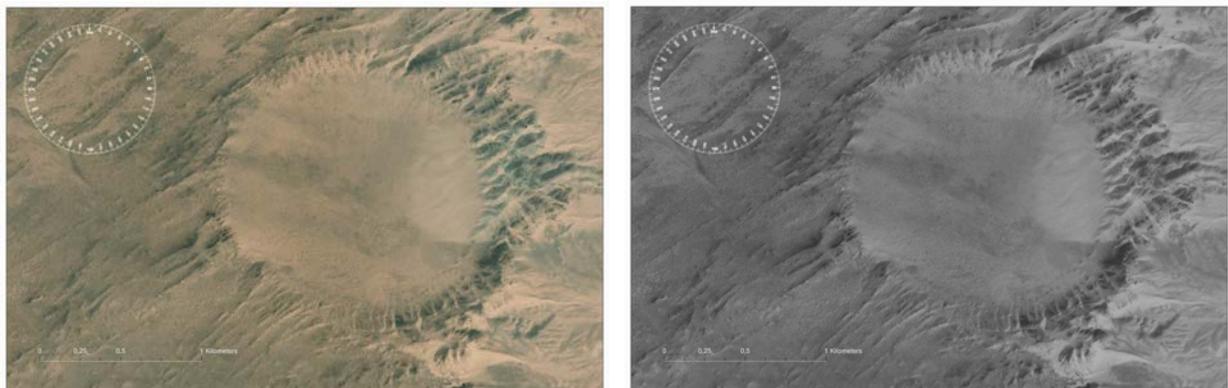


Abb. 10. Tabun-Khara-Obo Meteoritenkrater in der östlichen Gobi (Gobi-Shamo), höhe 834 m. Koordinaten: 44.131111° / 109.653889°. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

### INTERNET-RESSOURCEN

<sup>11</sup>: Meteoritics and Planetary Science (MaPS), Meteoritical Society, Meteoritical Bulletin and the Meteoritical Bulletin Database (MBDB) / <https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>

## Thema 2.2. Gletscher- und Permafrostlandschaften (Schnee, Eis und Erde).

Einrichtungen in der Mongolei, auf der angrenzenden Territorien Russlands und Chinas. Einige Objekte der kryogenen Genese sind grenzüberschreitend. Nach Ansicht der Autoren sind dies unter den Formen, die zu einem großen Teil durch exogene Prozesse verursacht wurden, die zahlreichsten und repräsentativsten Objekte des zentralasiatischen Berglandes.

Gletscherformen werden durch eine Reihe von alpinen Reliefformen, modernen Gletscherkomplexen und fluvioglazialen Ablagerungen dargestellt. Die Objekte der kryogenen Genese sind: Schnee-Eis, Stein-Eis-Formationen (Stein, Gletscher, Steinbäche), Solifluktuationsformen,

Gebiete mit wuchtigen Hügeln (Tufurs, Palza), polygonale und strukturelle Böden, Flussvereisungen usw. andere Formen. Die identifizierten kryogenen Formen haben charakteristische oberflächenmorphologische Merkmale <sup>[12]</sup>. Dies gilt auch für die Formen, die mit dem Abbau der pleistozänen Gebirgsvergletscherung einhergehen, dessen Fläche viel größer war. Große bizarre Formen zeigen die Grenzen der Verbreitung glazialer Komplexe in der jüngeren geologischen Vergangenheit. Ein Beispiel für ein Formular Zu dieser Art gehört der Moränenkomplex des Under-Khairkhan uul [26, 27, 28, 29, 30].

Die Reliefformen der glazialen und periglazialen Zonen sind nur für den mongolischen Altai angegeben, entsprechend 9 große Bereiche der modernen Vereisung. Ausgewählte Stätten: Sailyugem (4029), Turgen-Kharhiraa uul (3978 / 4037), Tabyn-Bogdo uul (3734), Shivet-Khairkhan uul (3350), Alag-Dzelin uul (3624), Under uul (3247), Bayan-Ula uul (3321), Arzhany-Ikh ula (3668), Ikh-Turgeniy uul (3507), Zagastein uul (3500), sowie Under Khairkhan uul (3912), Tsengel-Khairkhan uul (3943), Buyatyn uul (3661), Tsambagarav uul (4208), Munkh-Khairkhan uul (4362), Sutai Khairkhan uul (4220) und andere Bereiche.

Als Datenquelle für moderne Gletscher wurden Materialien des Programms - Randolph Glacier Inventory (RGI) und GLIMS Glacier Database verwendet <sup>[13]</sup>.



Abb. 11. Der Pleistozänen Moränenkomplex des Under-Khairkhan uul, höhe 2240 m. Mongolischen Altai. Koordinaten: 48.413631° / 88.720711°. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

**Thema 2.3. Flusslandformen** werden für den mongolischen Altai, das Khangai-Hochland, Khubsugul, das Becken der Großen Seen und eine Reihe anderer Gebiete angegeben.

Die Objekte sind Landschaftsformen, die durch temporäre und permanente Flüsse geschaffen wurden. Allgemeine Aktivitätsmuster von Gerinneströmungen lassen sich insbesondere in der Struktur von Flusskanälen nachvollziehen Flusstäler, Ufer von Seebecken. Die beiden Hauptflussrouten Selenge und Kobdo (Khovd) sind bezeichnend, ebenso wie die Reliefformen, die mit der geologischen Arbeit temporärer Wasserläufe in Trockengebieten verbunden sind.

Die Steilheit der Hänge, Seismizität, die Arbeit von fließenden Gewässern und temporären Bächen in bergigen Trockengebieten hinterlassen deutliche und charakteristische Spuren. Schwemmkegel (Endschwemmkegel, Schuttfächer, Schuttkegel, Aufschüttungsmantel) können eine beeindruckende Größe erreichen. Ein Beispiel ist die Nordwestküste des Khar-Nuur-Sees. Diese Reliefformen sind mit der Übertragung einer erheblichen Menge an Detritmaterial verbunden, sie zeigen Bereiche mit gefalteten Versetzungen [8, 9, 10, 30]. Von Interesse sind Objekte an den Ufern von Seen in der Hochlandzone und an der Peripherie eines der größten Becken in Zentralasien, dem Becken der Großen Seen [30].

#### INTERNET-RESSOURCEN

<sup>12</sup> The International Permafrost Association (IPA) / <https://www.permafrost.org/>

<sup>13</sup> Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS). Monitoring the World's Changing Glaciers. GLIMS Glacier Database. The GLIMS Glacier Viewer / <https://www.glims.org/maps/glims>

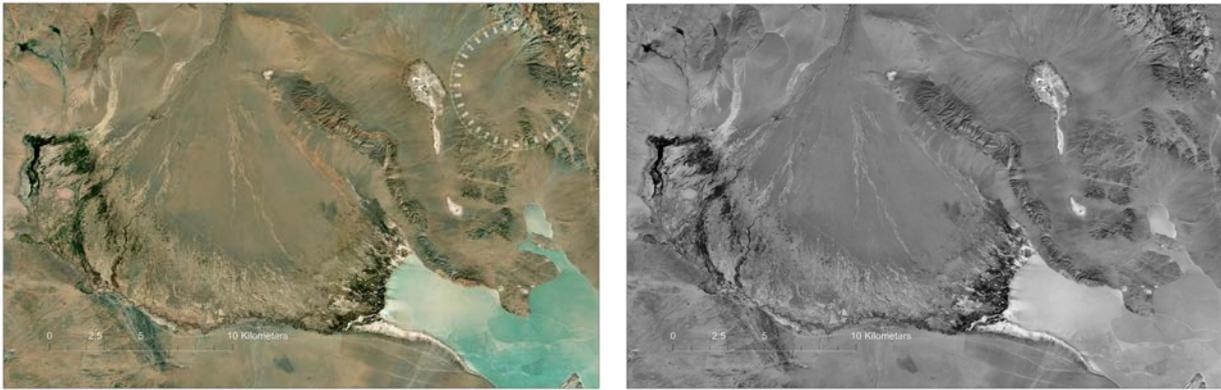


Abb. 12. Nordwestküste des Khar-Nuur Sees. Die Große Schwemmkegel. Koordinaten: 49.181595° / 91.690560°, höhe 1580 m. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

**Thema 2.4. Das äolische Relief** wird durch Bilder dargestellt, die die Formen des kumulativen Reliefs gebirgiger Wüsten enthalten. Darunter sind die Dzungarische Gobi, die Trans-Altai Gobi, die Alashan Gobi und die größte Wüste - die Östliche oder Mongolische Gobi (Gobi-Shamo). In der Mongolei gibt es drei Regionen, 39 Standorte und 130 Zentren der Sandverteilung mit einer Gesamtfläche von 39,2 Tausend km<sup>2</sup> (2,54% der Landesfläche) [7, 31, 32].

Die Sandmassive von Altan Els, Ulagechiin Khar Els, Khongoryn Els, Molgol Els und andere. Fragmentierte Gebiete befinden sich an der Peripherie von Seebecken, entlang großer Flusskanäle und an anderen Orten. Es werden Bilder sowohl der Sandmassive selbst als auch einzelner großer Formen gegeben. Ein Beispiel für große Sammelformen der Düne Khorgoryn Els.

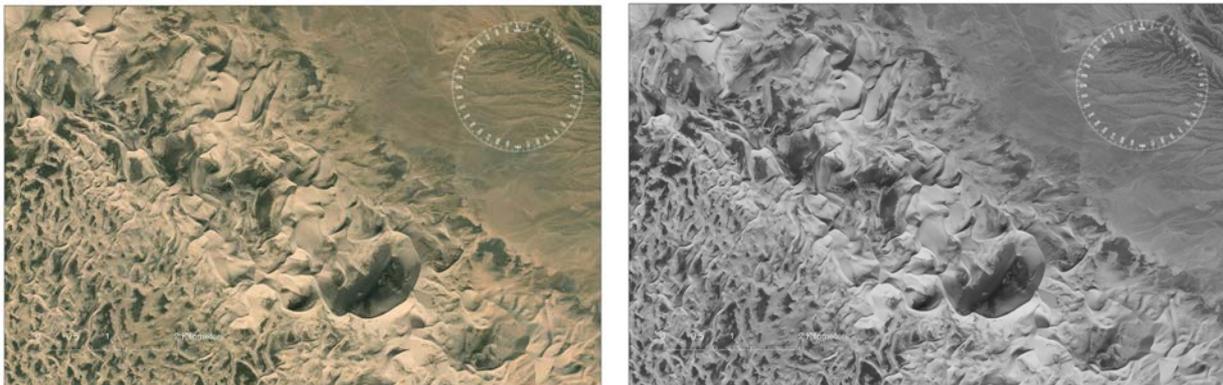


Abb. 13. Die Große Sammelformen der Düne Khorgoryn Els. Koordinaten: 43.817269° / 102.119685°, höhe 1513 m. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

#### **Thema 2.5. Hänge (Hang Gravitationsprozesse). Steigungsprozesse**

**Hanggravitationsprozesse vereinen Objekte unterschiedlicher Größenordnungen**, deren Genese unterschiedlich ist: Muren, Lawinen, Erdrutsche, Erdrutsche und andere kleine Formen.

Moderne Prozesse der Reliefbildung verlaufen von kalten, feuchten Bedingungen im Norden bis zu extra-ariden Bedingungen im Süden. Neigungs- (Gravitations-) Prozesse werden unter dem Einfluss verschiedener Bedingungen gebildet. Die Reliefformen zeugen von der Intensität laufender Prozesse.

Ein Beispiel für kleine Objekte können die Reliefformen des Chigirtai-Tals, Mongolischer Altai sein (Abb. 14, 18). So ist eine der größten Formen der komplexe Erdrutsch des Baga-Bogdo uul, der nach dem Gobi-Altai-Erdbeben von 1957 entstand [33]. Beispiele verschiedener Alters- und Maßstabsformen von Berghangreliefformen. Die Forschungsarbeit an Hangreliefformen ist ein arbeitsintensiver Prozess, der detaillierte Messungen und sorgfältige Analysen geologischer Daten von Feldrouten erfordert.

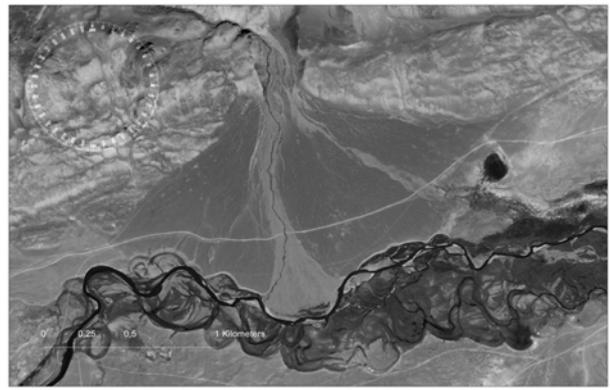


Abb. 14. Fächer großer Schwemmkegel flusstal Chigirtai, Mongolischer Altai. Koordinaten:  $47.873737^\circ / 90.403123^\circ$ , höhe 2337 m. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

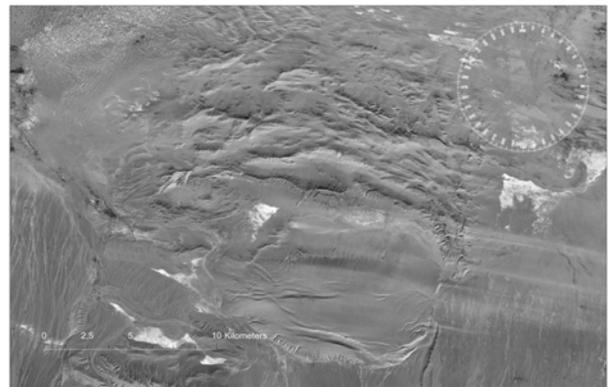
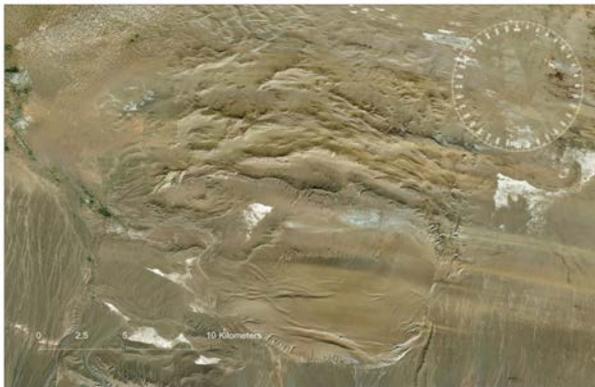


Abb. 15. Ein großer komplexer Erdrutsch des Baga-Bogdo uul, die nach dem Gobi-Altai-Erdbeben von 1957 entstand. Koordinaten:  $45.067756^\circ / 101.604626^\circ$ , höhe 1405 m. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

**Thema 2.6. Mensch und Relief (technogene Formen).** Dieses Thema liefert Beispiele für negative Folgen für die geologische Umwelt, die sich aus anthropogenen Aktivitäten ergeben. Bedeutsam sind die Folgen Ausbeutung einer Reihe großer Lagerstätten, Änderungen des Bodenzustands einzelner hydrologischer Objekte, Änderungen des Grads der Hangerosion und anderer Prozesse. Ein Beispiel ist die Lagerstätte Tavan-Tolgoi in der östlichen Gobi. Die Bebauung erfolgt offen und trägt zu einer deutlichen Veränderung der Oberfläche bei.



Abb. 16. Die riesige Lagerstätte Tavan Tolgoi in der östlichen Gobi (Gobi-Shamo). Koordinaten:  $43.649806^\circ / 105.489725^\circ$ , höhe 1530 m. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

### Teil 3. Relief und seine visuelle Darstellung.

Materialien zur bildlichen Darstellung des Reliefs sind eine wichtige Ergänzung zur modernen Ausbildung in Geomorphologie.

Dieses Papier gibt nur einen kurzen Überblick über moderne Methoden zur Darstellung von Landschaftsformen auf Karten und in Handbüchern von GIS-Anwendungen, spezialisierten kartografischen Paketen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen für die Arbeit mit Weltraumbildern, digitale Höhenmodelle werden gegeben, um das ausdrucksstärkste Ergebnis zu erzielen. Darin ist ein Satz von Werkzeugen und "Impact-Techniken" zur Visualisierung digitaler Höhenmodellldaten enthalten im Terrain Tools Kit von Esri oder die Fähigkeiten von Versionen des Rastergrafik-Editors ERDAS IMAGINE, der für die Verarbeitung von Fernerkundungsdaten entwickelt wurde [14].

Aus diesem Grund werden nur die Hauptziele und Techniken zur Datenvisualisierung mit konkreten Beispielen betrachtet. Sie enthalten Empfehlungen für die Arbeit mit grundlegenden thematischen Ebenen, Regeln und Optionen für die Bildgestaltung und die Möglichkeiten von Grafikeditoren. Abbildung 17 zeigt zwei Bilder eines Objekts kosmogenen Ursprungs im Südwesten der Mongolei – das Tsenkher - Meteoritischer Krater (astroblem), die Trans-Altai-Gobi. Ein Basisbild und ein neues Bild, das durch Datenaddition und -transformation erstellt wurde, werden präsentiert.

Die Abbildungen 18-19 zeigen Beispiele für die Visualisierung von Daten auf der Erdoberfläche. Dies kann Daten über Höhe und Feuchtigkeitsgehalt beinhalten. Mit der RRIM©-Methode erstellte Bilder und neue Designversionen werden vorgestellt [33].

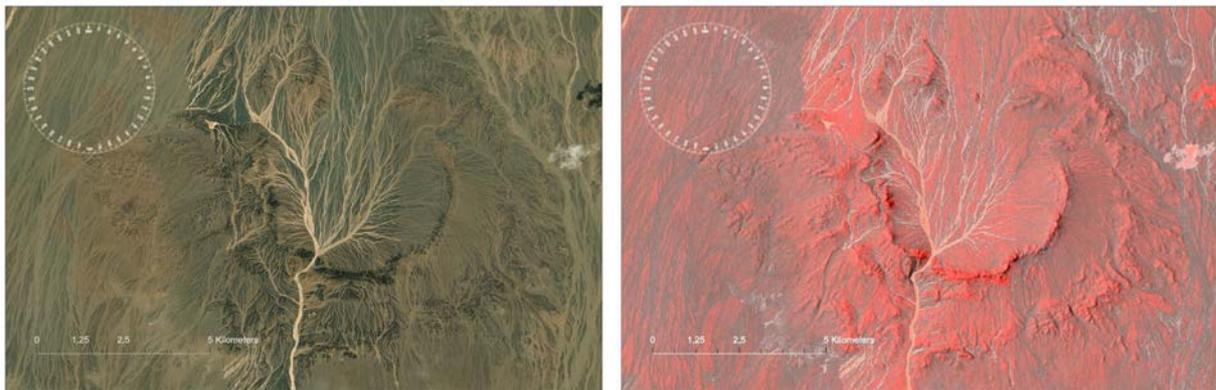


Abb. 17. Tsengher-Meteoritenkrater [Nomin Tsengher uul], die höhe des Kraterbodens beträgt 943 m, Südwesten Mongolei, Schutzgebiet Big Gobi-Reservat, Cluster A [Shagyn Gov]. Koordinaten: 43.635583° / 98.363694°. Ein Krater und ein zerstörter Außenwall sind sichtbar. Ein Beispiel für Illustrationen ist die Transformation von Basisschichten. Layer-Option: World Imagery, Esri in Version 2022 (a), neues Versionsbild (b).

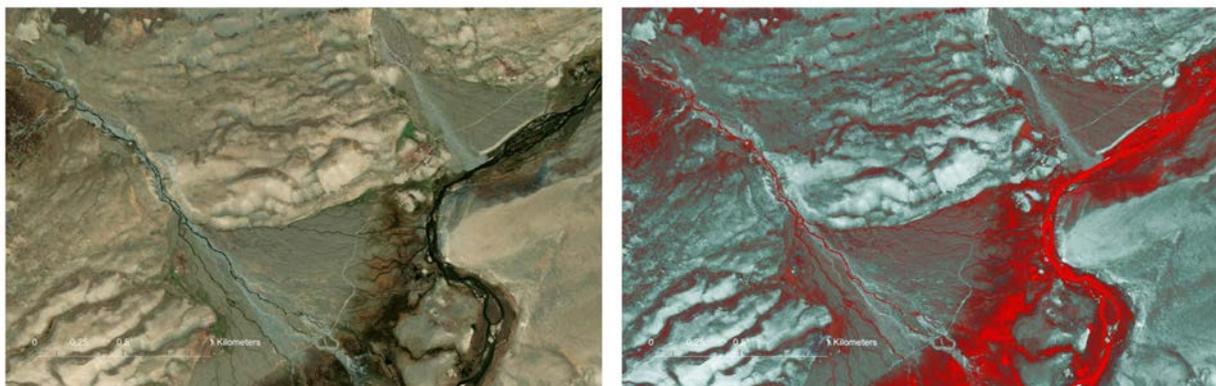


Abb. 18. Fächer großer Schwemmkegel flusstal Chigirtai, Mongolischer Altai. 47.846285° / 90.279269°, höhe 2432 m. Ein Beispiel für Illustrationen ist die Transformation von Basisschichten. Layer-Option: World Imagery, in Version 2022 (a), neues Versionsbild (b).

## Illustrationen - Satellitenmosaiken, Feldfotos, kartografische Bilder

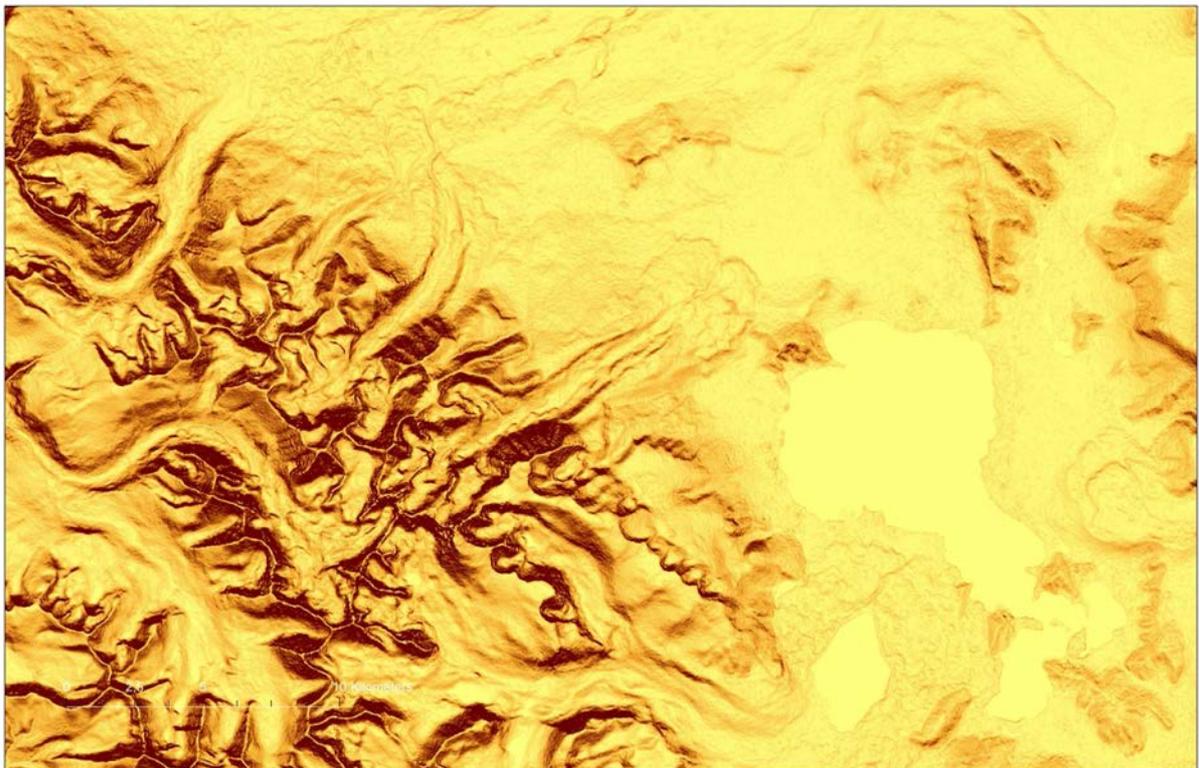
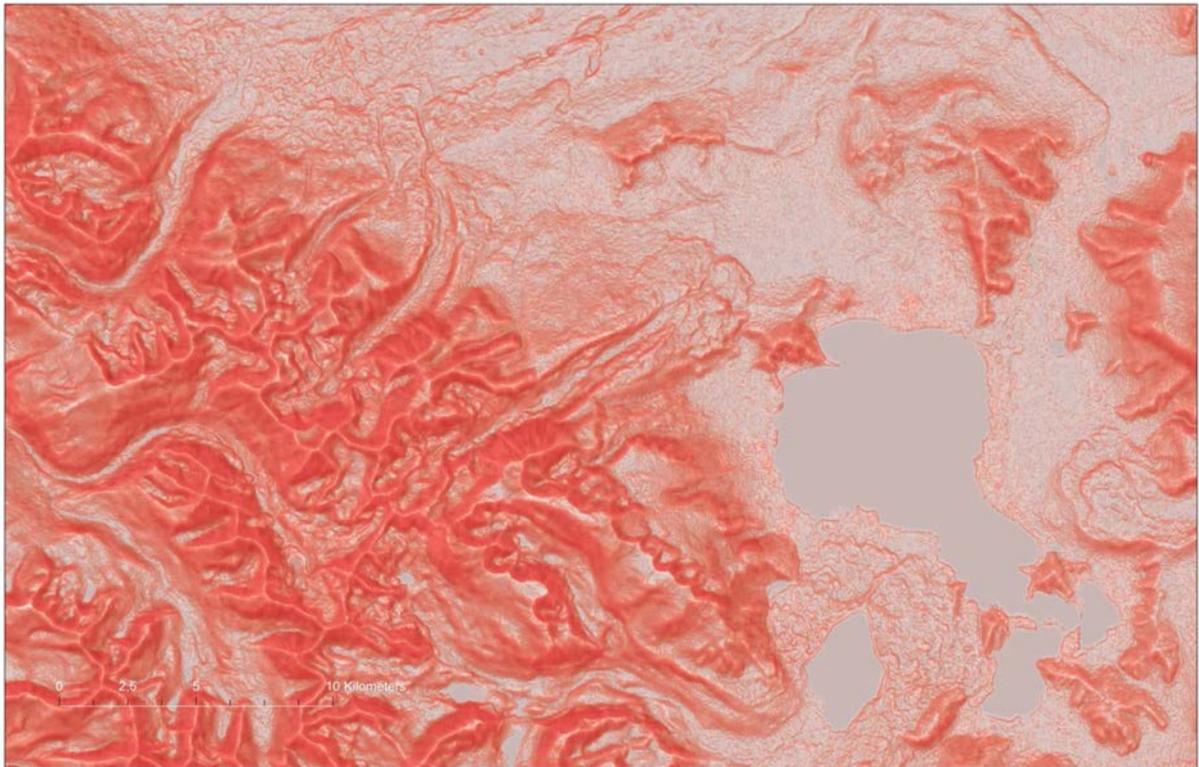


Abb. 19. Der Pleistozänen Moränenkomplex des Under-Khairkhan uul, Mongolischen Altai. Digitale Höhenmodellldaten, verarbeitet mit ArcGIS-Werkzeugen Spatial Analyst Tools, Esri Inc.

Drei Indikatoren wurden visualisiert: die Steilheit der Hänge, die Tiefe der Präparation und die Dichte der Präparation der Hänge. Radarvermessungsdatenverarbeitung durch analytische Schummerung kombiniert mit hypsometrischer Färbung. Visualisierung nach der RRIM®-Methode und die Gold-Version. M. 1:55.000-1:15.000. Abdulmyanov S.N., Chesalova E.I. 2022.

## Illustrationen - Satellitenmosaiken, Feldfotos, kartografische Bilder

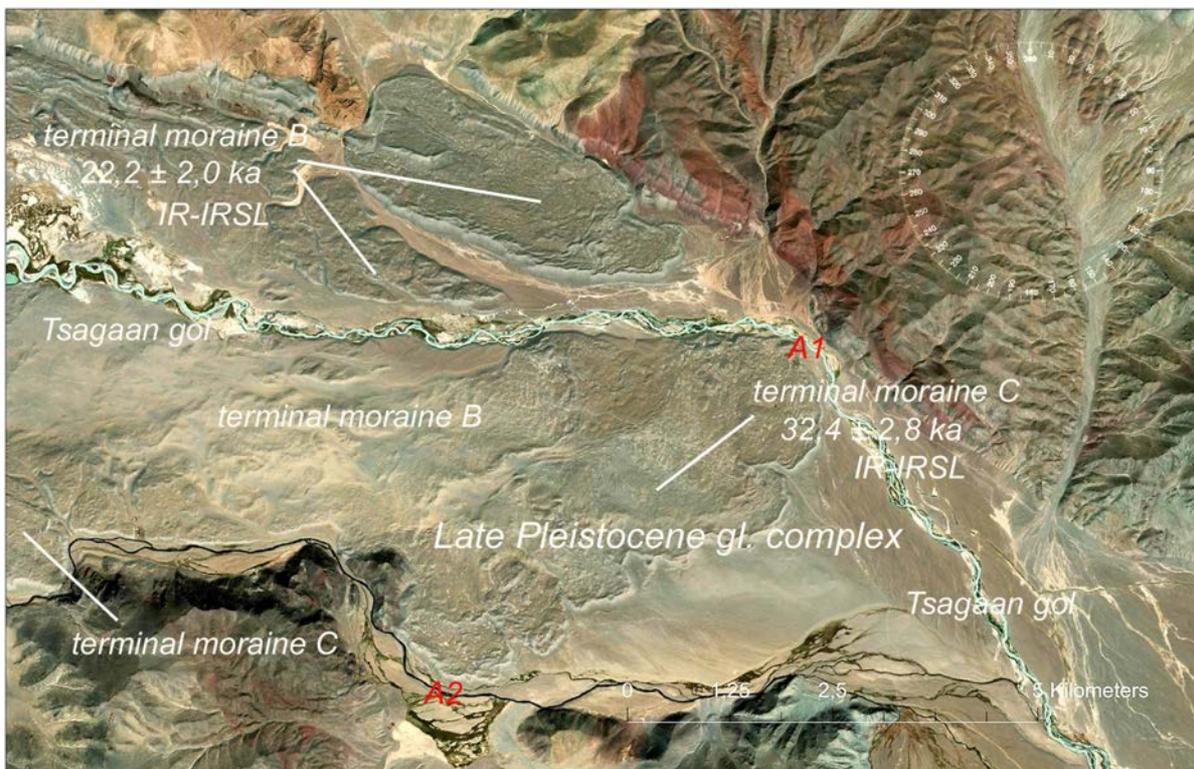
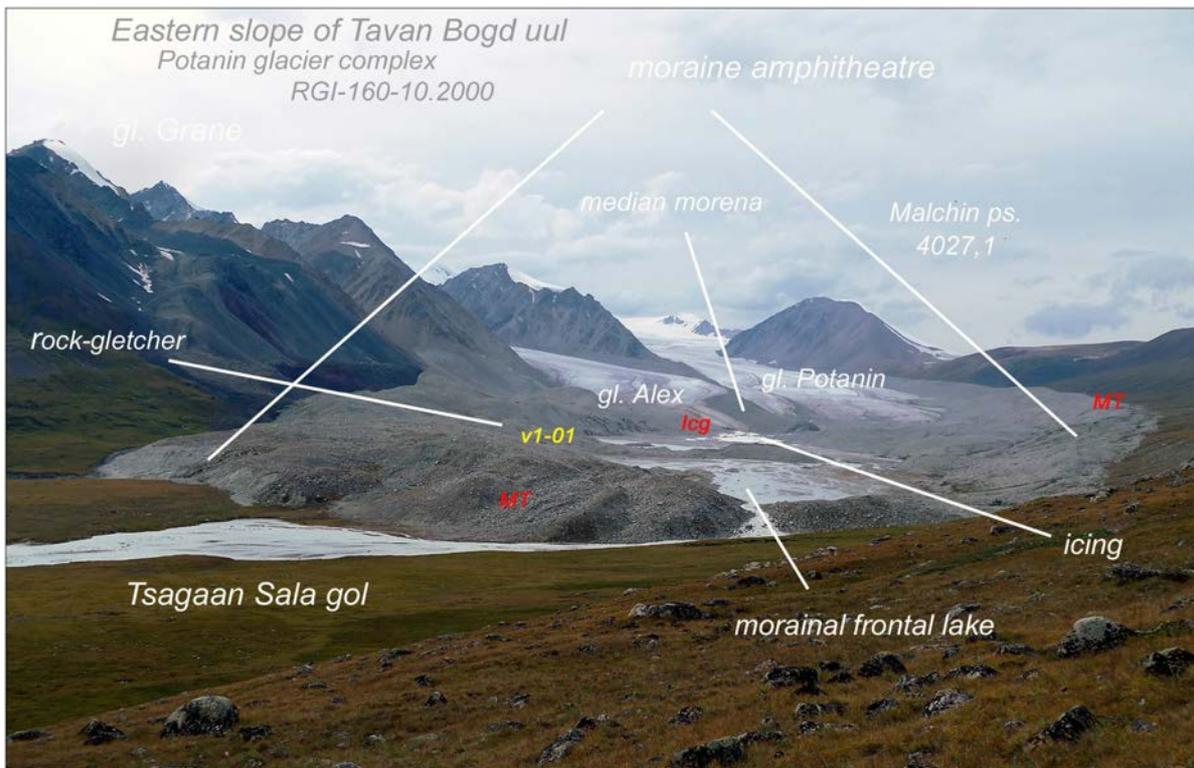


Abb. 20. Zwei Bilder der Endmoräne des Osthangs der Gletscher des grenzüberschreitenden Altai-Tavan-Bogd. Blick auf die moderne Endmoräne des Potanin- und des Alexandra Gletschers. Koordinaten: 49.115667° / 87.986750°, höhe 2888 m, 2019.08.14. Abdulmyanov S.N. (a).

Blick auf die pleistozäne Endmoräne der Gletscher des Tsagaan-Gol Tals. Koordinaten: 49.064202° / 88.625563°. Höhe des Talbodens 2214 m (b). Nummern des Gletscherkatalogs (RGI) <sup>[13]</sup> und des Objektkatalogs (GG) sind angegeben. Layer-Option: World Imagery, Esri. 2021.

## Illustrationen - Satellitenmosaiken, Feldfotos, kartografische Bilder

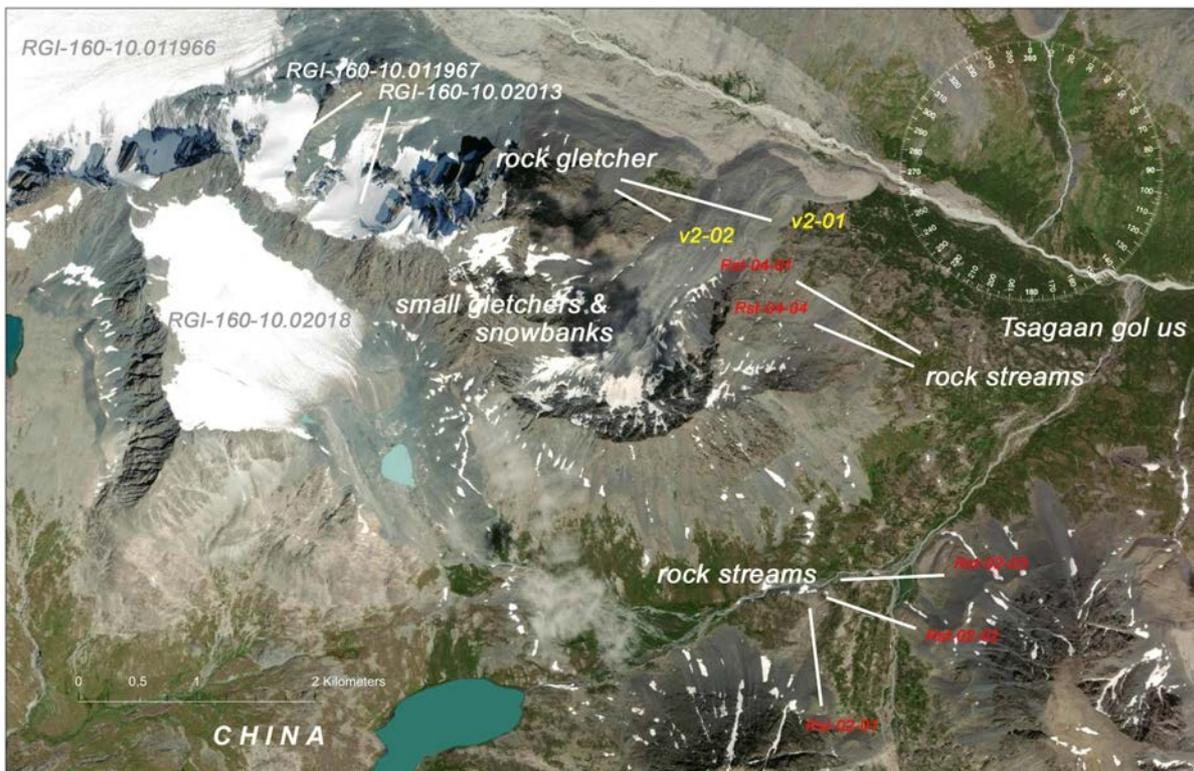


Abb. 21. Blick auf Gletscher, Steingletscher und Steinbäche im Oberlauf des Flusses. Tsagaan us (Ak-Su) Tor. Koordinaten:  $49.062425^\circ / 88.641484^\circ$ . Höhe des Talbodens 2534 m (a).

Der Tal des Flusses Tsagaan gol, Flussbecken. Formen von kryogenem Relief sind sichtbar - große Steinströme an den Hängen. Koordinaten:  $49.104881^\circ / 88.314052^\circ$ . Höhe des Talbodens 2285 m (b). Nummern des Gletscherkatalogs (RGI) <sup>[13.]</sup> und des Objektkatalogs (GG) sind angegeben. Layer-Option: World Imagery, Esri, 2021.

### **Projektpräsentationsformular.**

Das Design der elektronischen Version des Atlas soll die Integrität, Informativität und Prägnanz des Produkts sicherstellen. Ein einheitliches Design stellt die Beziehung und Konsistenz der Illustrationen sicher. Informationsprojektmaterialien werden derzeit in drei Sprachen vorbereitet: Russisch, Mongolisch und Englisch.

Auf Wunsch werden in Zukunft deutsche und spanische Versionen erstellt. Aufgrund der Vielzahl der Abbildungen und der Größe der einzelnen Bilder, des Vorhandenseins verschiedener Sprachversionen, der Notwendigkeit zeitnaher Änderungen und Ergänzungen ist nach Ansicht der Autoren die elektronische Darstellung des Atlas die optimale Form. Diese Arbeit kann als Website gestaltet werden. Es ist möglich, eher sogar wünschenswert, mehrere Adressen zum Hosten einer Ressource und auch einer DVD-Version eines Informationsprodukts zu haben.

Die Argumente für diese Option lauten wie folgt: Leider verfügen nicht alle potenziellen Verbraucher einer elektronischen Ressource über GIS-Kenntnisse, und dies ist der Hauptgrund für den Verlust eines Teils des Publikums. Das Hosten als Website ist ein einfacherer und variablerer Weg Umsetzung von Updates, auch dank der 15-jährigen Erfahrung der Autoren bei der Umsetzung des Informations- und Bildungsprojekts Geo Photo Bank und einer Reihe anderer Gründe <sup>[15]</sup>.

Die Autoren würden gerne eine Papierversion des Atlas sehen, aber seine Erstellung ist eine verantwortungsvolle und noch zeitaufwändigere Aufgabe. Die gedruckte Version des Atlas hat zweifellos gewisse Vorteile. Aus diesem Grund ist sein Aufdruck vollständig auszuschließen Version lohnt sich nicht. Die Arbeit am Preprint geht Hand in Hand mit der Entwicklung der elektronischen Version des Informationsprodukts.

Die gewählte elektronische Form der Materialeinreichung setzt effektives Feedback voraus. So ermöglichte die statistische Analyse auf der Website eine Einstufung unter den heruntergeladenen ZIP-Dateien und Sätzen von thematischen Bildern. Und die Aktivität und das Feedback der Benutzer - Schüler, Lehrer und Spezialisten - um thematische Auswahlen mit neuen Illustrationen zu ergänzen. Um Änderungen, Ergänzungen und Aktualisierungen des Informationsprodukts vorzunehmen, soll es die Möglichkeit bieten, den Inhalt von HTML-Seiten durch registrierte und sachkundige Benutzer zu bearbeiten.

Die Autoren hoffen auf eine weitere Arbeit am Projekt mit Interessenten, deren Anmerkungen und Wünsche zu Inhalt, Gestaltung, Navigation und anderen Themen berücksichtigt werden.

#### INTERNET-RESSOURCEN

<sup>14</sup>. ERDAS IMAGINE, Hexagon AB / <https://www.hexagongeospatial.com/>

<sup>15</sup>. Abdulmyanov S.N. Mongolia. Open surface. Why "Mongolia. Open surface?" /

<https://www.geophotobank.com/open-mn/open-surface.htm> / <http://geo-edu.ru/open-mn/open-surface.htm>

### **4. SCHLUSSFOLGERUNG**

Systematisierte und angepasste Informationen über die komplexen Prozesse der Entstehung des Reliefs des Territoriums, ausgewählte Illustrationen, die visuelle Zeichen geomorphologischer Objekte zeigen, die im Atlas präsentiert werden, können die Probleme des Studiums eines Komplexes akademischer Disziplinen lösen. Serie Bilder sind optimal für die Wahrnehmung und Weiterverwendung, werden als Beispiele (Standards) für Reliefformen angeboten und im Bildungsprozess verwendet.

### **DANKSAGUNGEN**

Die Autoren danken S. Khadbataar, Kandidat der Geographischen Wissenschaften, Professor an der Geographischen Fakultät der Mongolischen Staatlichen Pädagogischen Hochschule, für die Bereitstellung Unterstützung bei der Überprüfung von Namen geografischer Objekte und Erstellung der Atlas-Version in mongolischer Sprache.

## LITERATURVERZEICHNIS

1. Interpretation von Luft- und Raumfahrtbildern mit mehreren Zonen. Methoden und Ergebnisse / Ed. SZ Sagdeeva, K.A. Salishchev, H. Kauzleben. M.: Nauka, 1982. 82 S. - [auf Russisch].
2. Miller V., Miller K. Luftaufnahmen: Per. aus dem Englischen. / Hrsg.: G.F. Lungenerhausen. M.: Mir. 1964. 292 S. - [auf Russisch].
3. Moufti M.R., Németh K. Geoheritage of Volcanic Harrats in Saudi Arabia. Switzerland: Springer International Publishing AG. 2016. 194 p. DOI:10.1007/978-3-319-33015-0. - [auf Englisch].
4. Erfurt-Cooper P. Volcanic Tourist Destinations - Geoheritage, Geoparks and Geotourism. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. 384 p. - [auf Englisch].
5. Geologische Formationen der Mongolei / Ed. Slg.: Barsbolt R., Luvsandanzan B., Knipper A.L., Yanshin A.L., Kovalenko V.I., Dergunov A.B., Nagibina M.S., Ruzhentsev S.V., Yarmolyuk V.V., Gerbova V.G. / Rev. Hrsg.: A.B. Lergunov, W.I. Kovalenko / Verfahren gemeinsam ros mong. wissenschaftliche Forschung geol. Expeditionen, Bd. 55. M.: Verlag "Schritt". 1995. 177 S. - [auf Russisch].
6. Aprodov V.A. 6000 km quer durch die Mongolische Volksrepublik. Notizen eines Geologen. M.: Geografiz. 1962. 206 S. - [auf Russisch].
7. Mongolische Volksrepublik. Nationaler Atlas / Hrsg. VV Vorobiev, Sh. Tsegmida. Ulaanbaatar - Moskau. 1990. 144 S. - [auf Russisch].
8. Selivanov E.I. Neotektonik und Geomorphologie der Mongolen Volksrepublik. M.: Nedra. 1972. 296 S. - [auf Russisch].
9. Bierman P.R., Montgomery D.R. Key Concepts in Geomorphology. New York: W.H. Freeman and Company Publishers: A Macmillan Higher Education Company. 2014. 530 p. -[auf Englisch].
10. Goudie A.S. Arid and semi-arid geomorphology. Cambridge: Cambridge University Press. 2013. 468 p. -[auf Englisch].
11. Borsuk O.A., Bredikhin A.V. Morphologische Landschaft: wissenschaftliche und künstlerische Wahrnehmung // Sammlung: Geomorphologie und Kartographie: MaterialienXXXIII Plenum Geomorph. com. RAN. Saratow: Sarat Verlag. un-ta, 2013, S. 536-538. - [auf Russisch].
12. Bibaeva A.Yu. Interpretierende Kartierung der Landschaft und ästhetische Qualitäten der Landschaften der Region Ost-Khubsgul: Satinkartierung: Traditionen und Innovationen // Proceedings of the X Scientific Conference on Thematic Cartography. Irkutsk: Verlag des Instituts für Geographie. V.B. Sochavy SB RAS. 2015. S. 94-96. - [auf Russisch].
13. Hundert Meisterwerke. Die schönsten Geotope Bayerns / Lagally U., Rohrmüller J., Glaser, S., Loth, G. & Purner // Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). Augsburg 2. Auflage. 2012. 288 S.
14. Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig G. Geomorphosites. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 2009. 240 S.
15. Arzhannikova A.V., Vassallo R., Arzhannikov S.G., Jolivet M. Morphotektonische und paläoseismologische Studien das östliche Ende der Bolnai-Verwerfung (Mongolei) / Geologie und Geophysik. 2015. V. 56. Nr. 10. S. 1882-1890. DOI:10.15372/GiG20151010. - [auf Russisch].
16. Novikov I.S. Morphotektonik des Altai / Nauch. ed. EV Dewjatkin, G.F. Ufimzew. Novosibirsk: Verlag von SO RAN, "Geo", 2004. 313 S. - [auf Russisch].
17. Solonenko V.P., Treskov A.A., Florensov N.A. Katastrophales Gobi-Altai-Erdbeben am 4. Dezember 1957: seismogeologischer Aufsatz. Moskau: Gosgeoltekhizdat. 1960. 48 S. - [auf Russisch].
18. Choi J.H., Klinger Y., Ferry M., Ritz J.F., Kurtz R., Rizza M., Demberel S. Geologic inheritance and earthquake rupture processes: The 1905  $M \geq 8$  Tsetserleg-Bulnay Strike-Slip Earthquake Sequence, Mongolia // Journal of Geophysical Research. 2018. Vol. 123. p. 1925-1953. DOI:10.1002/2017JB013962. - [auf Englisch].
19. Rizza M., Ritz J.F., Prentice C., Vassallo R., Braucher R. et al. Earthquake Geology of the Bulnay Fault (Mongolia) // Bulletin of the Seismological Society of America. 2015. Vol. 105 (1). p. 72-93. - [auf Englisch].
20. Genshaft Yu.S., Saltykovsky A.Ya. Känozoischer Vulkanismus Mongolei // Russisches Journal

- für Geowissenschaften. 2000. Band 2. Nr. 3/4. S. 153-183. - [auf Russisch].
21. Chuvashova I.S., Rasskazov S.V., Yasnygina T.A., Mikheeva E.A. Hochmagnesische Laven des Darigang-Vulkanfeldes, Südostmongolei: Petrogenetisches Modell des Magmatismus an der Grenze zwischen Asthenosphäre und Lithosphäre // *Geodynamik und Tektonophysik*. 2012. Ausgabe 3 (4). S. 385-407. - [auf Russisch].
  22. Wudalianchi volcanoes in China: guide, Geological Museum, State Bureau, China. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers. 1979. 84 p. - [auf Englisch].
  23. Janousek V., Schulmann K., Soejono I., Jiang Y., Buriánek D., Hanžl P., Krönerde A., Altanbaatar B., Erban V., Ganchuluun T., Košler J., Lexa O. Cambro-Ordovician "Ikh Mongol Arc System" - a key structure governing the crustal growth and Early Paleozoic geodynamic evolution of the Mongolian Altai // *Gondwana Research*. 2018. Vol. 54. p. 122-149. - [auf Englisch].
  24. Hanžl P., Lexa O., Schulmann K. et al. IGCP-662 Project Orogenic architecture and crustal growth from accretion to collision Field Guide Chandman soum, Gobi-Altai Aimag. Publ. by Institute of Petrology and Structural Geology, Charles University Prague, Czech Geological Survey, Mongolian University of Science & Technology, Institute of Paleontology & Geology, MAS, First edition. 2019. 81 p. - [auf Englisch].
  25. Amgaa T., Mader D., Reimold W.U., Koeberl C. Tabun Khara Obo impact crater, Mongolia: Geophysics, geology, petrography, and geochemistry. Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI: Geological Society of America. 2021. Vol. 550. p. 81-132. - [auf Englisch].
  26. Geokryologische Bedingungen der Mongolischen Volksrepublik / Hrsg.: Melnikov P.I. // *Gemeinsam. Sov.-mongolische Wissenschafts-iss. geol. Expedition*. Ausgabe. 10. M.: Nauka, 1974. 208 S. - [auf Russisch].
  27. Ganyushkin D.A. Glaziogene Komplexe der stark kontinentalen Region Nordwestinnenasiens: / diss ... Dr. geogr. N.: 25.00.23 - *Physische Geographie und Biogeographie, Bodengeographie und Geochemie der Landschaften*. St. Petersburg, 2016. 430 S. - [auf Russisch].
  28. Lehmkuhl F., Stauch G., Batkhishing O. Rock glacier and periglacial processes in the Mongolian Altai // *International Conference on Permafrost Proceedings*. 2003. Vol. 8. № 1. p. 639-644. - [auf Englisch].
  29. Klinge M., Schlütz F., Zander A., Hülle D., Batkhishig O., Lehmkuhl, F. Late Pleistocene lake level, glaciation and climate change in the Mongolian Altai deduced from sedimentological and palynological archives // *Quaternary Research*. 2021. Vol. 99. p. 168-189. DOI:10.1017/qua.2020.67. - [auf Englisch].
  30. *The Physical Geography of Mongolia* / Ed. Batchuluun Yembuu. Springer Nature Switzerland AG. 2021. 218 p. DOI:10.1007/978-3-030-61434-8. - [auf Englisch].
  31. *Limnologie und Paläolimnologie der Mongolei* / Ed. ed. Yu.Yu. Dgebuadze. *biol. Ressourcen und andere Bedingungen der Mongolei: Proceedings of joint. ros mong. Satz biol. Expeditionen: 2. Aufl., erg.* 2013. V. 60. 412 S. - [auf Russisch].
  32. *Klima der ariden Zone Asiens* / Ed. Herausgeber: E.A. Vostokova, P.D. Gunin. *biol. Ressourcen und andere Bedingungen der Mongolei: Proceedings of joint. ros mong. Satz biol. Expeditionen*. T. 46. M.: Wissenschaft. 2006. 359 S. - [auf Russisch].
  33. Chiba T., Hasi B. Ground Surface Visualization Using Red Relief Image Map for a Variety of Map Scales // *XXIII ISPRS Congress. Commission II. WG II/6*. Prague. 2016. Vol. XLI-B2. p. 393-397. DOI:10.5194/isprsarchives-XLI-B2-393-2016. - [auf Englisch].

Dieses Material veröffentlicht wird, ist die Vollversion des Artikels. Abdulmyanov S.N., Arifulov R.Ch. Das Informationskonzept Ressource "Atlas der einfachen Landschaftsformen der Mongolei" // *Izvestiya Universitäten "Geodäsie und Luftbildfotografie"*. 2022. V. 66. Nr. 2. S. 62-80. DOI:10.30533/0536-101X-2022-66-2-62-80. Zur Veröffentlichung angenommen am 25. April 2022.

Entschuldigung, es wurde eine automatische Übersetzung verwendet.

## **Autoren**

### **Abdulmyanov Said Nurmukhammyatovich**

Staatliches Geologisches Museum. IN UND. Vernadski RAS, Moskau, Russland  
Gemmologisches und mineralogisches Labor  
Forscher, Kandidat der geographischen Wissenschaften

### **Arifulov Rasul Chengizovich**

Aktiengesellschaft "Rosgeologia", Moskau, Russland  
Forscher, Leiter der Kartierungsabteilung

Feldmaterialien für das Informationsprojekt "Atlas der einfachen Landschaftsformen der Mongolei" wurden als Ergebnis von Expeditionsreisen von Mitgliedern kleiner Forschungsgruppen, unter Beteiligung mongolischer Kollegen und mit Unterstützung der lokalen Bevölkerung gesammelt.



Die Fotografien zeigen Geographie-Studenten der Pädagogischen Universität der Stadt Moskau bei winterlichen Expeditionsreisen in den mongolischen Altai.

Schneedecke am Osthang des Shivet Khairkhan uul, dem Tal des Tsagan gol. 2017.01.26.  
Koordinaten:  $49.110706^{\circ}$  /  $88.258973^{\circ}$ , höhe 2337 m (a). Altai Tavan Bogd Nationalparks.

Fragmentarische Schneedecke am Südhang des Tsast uul, Tsambagarav-Komplex.  
2016.02.01. Koordinaten:  $48.667094^{\circ}$  /  $90.665230^{\circ}$ , höhe 2626 m (b). Tsambagarav Nationalparks.