

КҮНГӨЙ АЛАТООНУН ТҮНДҮК МАКРОСЛОҢУНУН КЛИМАТТЫК ШАРТТАРЫ

А.Ф.Исламгулова, Л.А.Димеева, К.Усен, В.Н.Пермитина, Р.Т.Искаков

ЧЖУРМИ «Ботаника жана фитоинтродукция институту» РМБ, Алматы, Казакстан Республикасы

КАРТИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ И ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА КУНГЕЙ АЛАТАУ

А. Ф. Исламгулова, Л. А. Димеева, К. Усен, В. Н. Пермитина, Р. Т. Искаков

РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции», г. Алматы, Республика Казахстан

ECOSYSTEM MAPPING AND EVALUATION OF THE LONG-TERM DYNAMICS OF CLIMATIC CONDITIONS OF THE NORTHERN RANGE OF KUNGEI ALA TAU MOUNTAINS

A. F. Islamgulova, L. A. Dimeyeva, K. Ussen, V. N. Permitina, R. T. Isakov

«Institute of Botany and Phytointroduction», Almaty, Republic of Kazakhstan

aislamgulova@gmail.com; l.dimeyeva@mail.ru; ussen.kapar@mail.ru; v.permitina@mail.ru; polygon2008@mail.ru

Аннотация. Кунгей Алатау представляет собой горный хребет Северного Тянь-Шаня, расположенный в пределах Казахстана и Кыргызстана. В рамках программы «Разработка кадастра животного мира Северного Тянь-Шаня для сохранения его генетического разнообразия» разработана средномасштабная карта экосистем Кунгей Алатау. Такая карта является основой для оценки современного состояния и прогнозирования тенденций изменения компонентов экосистем под влиянием природных и антропогенных факторов. На основе анализа климатических данных и дешифрирования космоснимков за 20-летний период выявлена динамика изменений климатических условий (температуры и осадков) и площадей, занимаемых ледниками и фирновыми полями.

Ключевые слова: Кунгей Алатау; карта экосистем; динамика климатических условий; площадь ледников.

Аннотация. Күнгөй Ала-Тоо – Түндүк Тянь-Шандын тоо кыркалары, Казакстан менен Кыргызстандын чегинде жайгашкан. «Түндүк Тянь-Шандын фаунасынын кадастрын анын генетикалык ар түрдүүлүгүн сактоо үчүн өнүктүрүү» программасынын алкагында Күнгөй Ала-Тоосунун экосистемаларынын орто масштабдуу картасы иштелип чыккан. Мындай карта учурдагы абалды баалоо жана табигый жана антропогендик факторлордун таасири астында экосистеманын компоненттеринин өзгөрүү тенденцияларын болжолдоо үчүн негиз болуп саналат. Климаттык маалыматтарды талдоонун жана 20 жылдык мезгил ичинде спутниктен алынган сүрөттөрдү интерпретациялоонун негизинде климаттык шарттардын (температура жана жаан-чачындар) жана мөңгүлөр жана фирндик талаалар ээлеген аймактарынын өзгөрүү динамикасы аныкталган.

Негизги сөздөр: Күнгөй Ала-Тоо, экосистемалардын картасы, климаттык шарттардын динамикасы, мөңгүлөрдүн аймагы.

Abstract: Kungei Alatau is a mountain range of the Northern Tien Shan, located within Kazakhstan and Kyrgyzstan. A medium-scale map of Kungei Alatau ecosystems has been developed within the framework of the program «Development of the inventory of the fauna of the Northern Tien Shan to preserve its genetic diversity». Such a map is the basis for assessing the current state and forecasting trends of ecosystem components under the influence of natural and anthropogenic factors. Based on the analysis of climatic data and the interpretation of satellite images over a 20-year period, the

dynamics of changes in climatic conditions (temperature and precipitation) and the areas occupied by glaciers and firn fields have been revealed.

Keywords: Kungei Alatau mountains; ecosystem map; dynamics of climatic conditions; glacier area

Картирование хребта Кунгей Алатау и оценка динамики климатических условий проводились в рамках программы BR10965224 «Разработка кадастра животного мира Северного Тянь-Шаня для сохранения его генетического разнообразия».

Картирование на основе экосистемного подхода позволяет создать систему сведений, необходимых для кадастра животного мира. Такая система включает информацию о высотном распределении экосистем и ее основных компонентов – рельефе, почвах и растительности, а также хозяйственном использовании территорий, что в свою очередь является основой для оценки состояния популяций, организации мониторинга и моделирования численности диких животных. Выявление динамики климатических условий позволяет оценить текущее состояние и прогнозировать тенденции изменения компонентов экосистем, а также сдвиги границ местообитаний диких животных. Горный хребет Кунгей Алатау расположен в юго-восточной части Казахстана, является одним из высокогорных хребтов Северного Тянь-Шаня, протянувшимся в субширотном направлении на 275 км. Главный водораздел служит границей между Казахстаном и Кыргызстаном. К территории Казахстана относится северо-восточная часть северного макросклона хребта. Для хребта характерен высокогорный крутосклонный рельеф, который в среднегорье имеет меньшие амплитуды. Предгорья образуют широкую полосу с абсолютными высотами 1700–1900 м, их волнистая поверхность сложена лессами, прорезана глубокими долинами.

Большую часть Кунгей Алатау, в пределах Казахстана, занимает территория государственного национального природного парка «Колсай колдери» («Кольсайские озёра»), организованного в 2007 году для сохранения и восстановления уникальных природных комплексов, имеющих особую экологическую, историческую, научную, эстетическую и рекреационную ценность, и обеспечения их дальнейшего развития [5].

Полевые исследования были проведены в 2022 г. с применением традиционных геоботанических и почвенных методов. Для картирования территории были использованы материалы полевых геоботанических исследований, топографические карты, космические снимки Landsat TM и Sentinel-2. Контурные экосистем определены методом экспертного дешифрирования космоснимков и топографических карт. Для выявления временной динамики климатические условия рассматриваются нами в сравнительном аспекте по данным метеорологической станции Жаланащ, рассчитанных за период 1966–2000 (для температуры), 1952–2000 (для осадков) и 1991–2020 гг. (для температуры и осадков). Станция Жаланащ расположена у северного подножья хребта Кунгей Алатау, в горной долине, находящейся на высоте 1699 м. Расчеты динамики площади ледников и фирновых полей проводились по спутниковым снимкам Landsat-5, Landsat-7 и Sentinel-2 и охватывали многолетний ряд (2002, 2006, 2007, 2011, 2017, 2021, 2022 гг.). Для расчета площади использовался снеговой индекс Normalized Difference Snow Index (NDSI). Для получения максимальных и минимальных значений высот залегания ледников и фирновых полей, была использована радарная топографическая съемка SRTM. Все расчеты проводились с использованием программного обеспечения ArcGIS 10.8.1 (Esri Inc.).

Согласно ботанико-географическому районированию, хребет Кунгей Алатау относится к Сахаро-гобийской пустынной области, Ирано-туранской подобласти, Джунгаро-северотяньшаньской провинции, Кунгей-Терской-Кетмень-Южноджунгарской горной подпровинции [6]. Растительность хребта характеризуется Кунгей-Терской-Кетменьским типом поясности [1, 2].

В результате исследований разработана карта экосистем Кунгей Алатау среднего масштаба (М. 1: 500 000), организованная в географическую информационную систему (ГИС), позволяющая оперативно анализировать большой объем природных и административных данных. Карта экосистем хребта и легенда к ней, состоящая из 14 номеров, включают природные и природно-антропогенные экосистемы, сформированные под влиянием вертикальной зональности. Легенда к карте представляет собой систему заголовков. Заголовки первого ранга соответствуют высотным поясам, второго ранга – отражают последовательность экосистем согласно высотно-поясной дифференциации почвенно-растительного покрова. Для каждого номера легенды приводятся данные о доминирующих типах растительности, почвах, соответствующих экспозиции склонов.

Горный профиль Кунгей Алатау начинается полынно-дерновиннозлаковыми (*Festuca valesiaca* Gaudin, *Stipa sareptana* A.K. Becker, *Artemisia santolinifolia* (Pamp.) Turcz. ex Krasch.) степями на горных светло-каштановых почвах слабоволнистых предгорных равнин, расположенных в восточной части хребта. Значительная часть северо-восточных подгорных равнин представлена сеннокосными угодьями на месте богаторазнотравно-злаковых лугов.

Низкогорные экосистемы представлены разнотравно-злаковыми (*Poa pratensis* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Achillea millefolium* L., *Artemisia santolinifolia*, *Origanum vulgare* L., *Phlomis pratensis* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm.) лугами на горных лугово-степных почвах юго-восточных и юго-западных склонов (представленные только в восточной части хребта) и злаково-разнотравно-типчаковыми (*Festuca valesiaca*, *Thymus marschallianus* Willd., *Poa stepposa* (Krylov) Roshev., *Artemisia dracunculus* L., *Stipa capillata* L., *Potentilla asiatica* (Th. Wolf) Juz., *Origanum vulgare*, *Phlomis pratensis*) луговыми степями с участием таволги (*Spiraea hypericifolia* L.) на горных темно-каштановых почвах северных, северо-восточных и северо-западных склонов. Луговые степи сменяются кустарниковыми зарослями (*Spiraea lasiocarpa* Kar. & Kir., *Rosa albertii* Regel, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt) на горных черноземах выщелоченных в сочетании с разнотравно-злаковыми (*Bromopsis inermis*, *Phlomis pratensis*, *Thymus marschallianus*, *Festuca valesiaca*) остепненными лугами на горных лугово-степных почвах северных склонов.

Среднегорные экосистемы представлены злаково-разнотравными, разнотравно-коротконожковыми (*Alchemilla retropilosa* Juz., *Aegopodium alpestre* Ledeb., *Phlomis oreophila* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Geranium saxatile* Kar. & Kir., *G. albiflorum* Ledeb., *Anemonastrum protractum* (Ulbr.) Holub, *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Poa pratensis*, *Milium effusum* L., *Carex caucasica* Steven, *Dactylis glomerata* L., *Alopecurus pratensis* L., *Phleum phleoides* (L.) H. Karst.), богаторазнотравными (*Trollius dschungaricus* Regel, *Valeriana dubia* Bunge, *Anemonastrum protractum*, *Origanum vulgare*, *Erigeron aurantiacus* Regel, *Papaver craceum* Ledeb., *Lathyrus tuberosus* L.) лугами и их антропогенными модификациями (*Veratrum lobelianum* Bernh., *Aconitum leucostomum* Worosch., *Ligularia heterophylla* Rupr., *Trifolium repens* L., *Rumex tianschanicus* Losinsk.) на горных лесолуговых почвах по склонам северных экспозиций. По южным склонам распространены разнотравно-овсецовые, разнотравно-типчаковые (*Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg., *Festuca valesiaca*, *Galium boreale* L., *Trollius dschungaricus*, *Bistorta elliptica* (Willd. ex Spreng.) Kom., *Origanum vulgare*, *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Phlomis pratensis*, *Artemisia santolinifolia*) степи в сочетании с кустарниковыми зарослями (*Spiraea lasiocarpa*, *Rosa albertii*, *Lonicera altmannii* Regel & Schmalh.) и участием стланиковой арчи (*Juniperus sabina* L., *J. pseudosabina* Fisch. & C.A. Mey.) на горных лугово-степных почвах.

Северные, северо-восточные и северо-западные склоны покрыты разнотравно-моховыми еловыми (*Picea schrenkiana* Fisch. & C.A. Mey., *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Aegopodium alpestre*, *Geranium albiflorum*, *G. rectum* Trautv., *Milium effusum*, *Phlomis oreophila*, *Rubus saxatilis* L., *Cicerbita azurea* (Ledeb.) Beauverd, *Alchemilla retropilosa*, *A. sibirica* Zamelis, *Lathyrus gmelinii* Fritsch) лесами с рябиной (*Sorbus tianschanica* Rupr.) и кустарниками (*Rosa albertii*, *Lonicera karelinii* Bunge ex P. Kir., *L. hispida* Pall. ex Schult., *L. altmannii*, *Ribes meyeri* Maxim.) на горнолесных темноцветных почвах. Ельники сменяются арчовыми (*Juniperus pseudosabina*, *J. sabina*) стланиками с участием караганы (*Caragana jubata* (Pall.) Poir.) и ели (*Picea schrenkiana*) на высокогорных темноцветных почвах с овсецово-разнотравными (*Alchemilla retropilosa*, *Phlomis oreophila*, *Helictotrichon pubescens*, *Trollius dschungaricus*) остепненными лугами на горных лугово-степных почвах северных, северо-восточных и северо-западных склонов; разнотравно-овсецовыми (*Helictotrichon pubescens*, *Alchemilla retropilosa*, *Phlomis oreophila*, *Trollius dschungaricus*) луговыми степями на горных лугово-степных почвах юго-восточных склонов и петрофитноразнотравно-кустарниковыми (*Spiraea lasiocarpa*, *Juniperus sabina*, *Rosa albertii*, *Ribes meyeri*, *Helictotrichon pubescens*, *Alfredia nivea* Kar. & Kir.) группировками на горных лугово-степных почвах южных склонов.

Высокогорные экосистемы, в своих нижних пределах, представлены осоково-разнотравно-кобрезиевыми (*Kobresia persica* Kük. & Bornm., *Carex melanantha* C.A. Mey., *C. caucasica*, *Alchemilla retropilosa*, *A. sibirica*, *Sibbaldia tetrandra* Bunge, *Allium atosanguineum* Kar. & Kir., *Phlomis oreophila*, *Viola altaica* Ker Gawl., *Dracocephalum grandiflorum* L.) лугами в сочетании с осоково-кобрезиевыми ивово-карагановыми (*Caragana jubata*, *Salix alata* Kar. ex Stschegl., *Kobresia*

persica, Carex caucasica) кустарниковыми зарослями на высокогорных луговых почвах. Криофитные луга сменяются единичными растениями и несомкнутыми группировками криопетрофитов (Carex caucasica, Allium semenowii Regel, Paraquilegia anemonoides (Willd.) Ulbr., Rhodiola coccinea (Royle) Boriss., Viola altaica, Lloydia serotina (L.) Rchb., Dichodon cerastoides (L.) Rchb., Cortusa brotheri Pax ex Lipsky) на альпийских маломощных почвах. Горный профиль завершается нивальными экосистемами, которые представлены ледниками, фирновыми полями, скалами, лишненными почвенно-растительного покрова.

Экосистемы долин горных рек формируют осоковые (Carex stenocarpa Turcz. ex Krecz., C. melanantha C.A. Mey., C. enervis C.A. Mey.) болотистые луга на лугово-болотных почвах, карагановые (Caragana jubata) и ивовые (виды р. Salix) кустарниковые заросли на каменистых отложениях верховий рек. На пойменных луговых и лесолуговых почвах среднего течения рек растительный покров представлен березово-тополевыми (Populus talassica Kom., Betula tianschanica Rupr.) галерейными лесами, кустарниковыми (Hippophae rhamnoides L., Salix tenuijulis Ledeb., Lonicera stenantha Pojark., Rhamnus cathartica L., Rosa beggeriana Schrenk) зарослями, разнотравно-злаковыми (Poa pratensis, Dactylis glomerata, Fragaria viridis Weston, Trifolium hybridum L., Geranium collinum Stephan ex Willd., Medicago lupulina L., Urtica cannabina L.) лугами.

На карте также отражены аквальные экосистемы пресноводных озер с участием диатомовых, зеленых, синезеленых и харовых водорослей [4].

Как было отмечено ранее, большая часть хребта находится под охраной национального парка, который и осуществляет регулирование деятельности человека. В основном на территории парка распространена рекреационная нагрузка. Территории, которые были подвержены сильному выпасу до организации парка, постепенно восстанавливаются. В восточной части хребта, не включенной в особо охраняемую природную территорию, наибольшее воздействие оказывает практически нерегулируемый выпас скота.

Для оценки влияния природных факторов была прослежена динамика изменений климатических условий с использованием опубликованных данных метеорологической службы Казгидромет для станции Жаланаш [3, 7, 8].

Сопоставив два временных промежутка, были выявлены изменения, произошедшие за последние двадцать лет, связанные с увеличением количества осадков и повышением температуры воздуха (рисунок 1). Так, среднегодовое количество осадков увеличилось на 24 мм (на 15 мм с апреля по октябрь и на 9 мм с ноября по март), среднемесячное количество осадков наиболее заметно увеличилось в апреле и июле на 5 и 9 мм, соответственно.



Рис 1. Динамика среднегодовой температуры и количества осадков на станции Жаланаш

Среднегодовая температура повысилась на 0,4 °C, среднемесячная температура увеличилась неравномерно от 0,1 °C (январь, июль, август, ноябрь) до 0,8 °C (февраль, декабрь) и 1,7 °C (март). Средняя месячная максимальная температура воздуха увеличилась в среднем на 0,8 °C, наиболее существенно в марте на 1,8 °C. Средняя месячная минимальная температура воздуха также повысилась, в среднем на 0,4 °C, наиболее существенно в декабре на 0,8 °C.

Изменение климатических условий не могло не повлиять на экосистемы хребта. Наиболее показательно демонстрируют динамику ледники и фирновые поля (рисунок 2), площадь которых сократилась на 46 %, а минимальная высота поднялась более чем на 300 м.

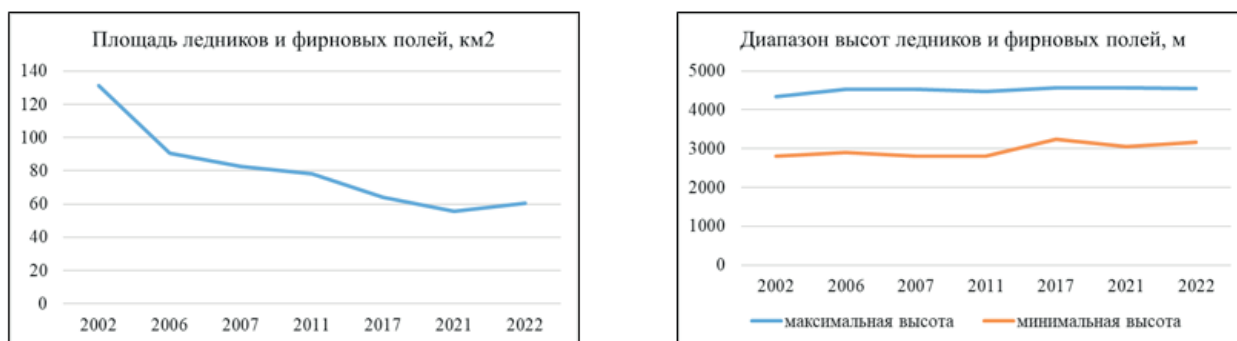


Рис 2. Многолетняя динамика ледников и фирновых полей

Таким образом, в результате проведенных исследований была получена основа для оценки современного состояния и прогнозирования тенденций изменения компонентов экосистем северного макросклона Кунгей Алатау с учетом динамики климатических условий и площадей, занимаемых ледниками и фирновыми полями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова Е.А. Горные провинции // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб: Бостон-Спектр, 2003 б. – С. 217 – 222.
2. Волкова Е.А. Растительный покров гор // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб: Бостон-Спектр, 2003а. – С. 167-189.
3. Государственный климатический кадастр. Доступно онлайн: http://ecodata.kz:3838/app_persona/ (дата обращения 5 апреля 2023).
4. Джиенбеков А.К., Баринаева С.С., Нурашов С.Б., Саметова Э.С., Джумаханова Г.Б. Видовой состав водорослей системы высокогорных Кольсайских озер (Кунгей Алатау, Казахстан). Материалы международной научно-практической конференции «изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии». – Алматы, 2022. – С. 199-203.
5. Официальный сайт ГНПП «Колсай колдери» <https://kolsai-koldery.kz>
6. Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Волкова Е.А. Принципы и основные единицы районирования // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб: Бостон-Спектр, 2003. – С. 192-195.
7. Справочник по климату Казахстана (многолетние данные). Раздел 1 Температура воздуха. Выпуск 14 Алматинская область. Алматы, 2004. 563 с.
8. Справочник по климату Казахстана (многолетние данные). Раздел 2 Атмосферные осадки. Выпуск 14 Алматинская область. Алматы, 2004. С. 13.

УДК 582.572.3

ЭНДЕМИЧНЫЕ ВИДЫ РОДА *GAGEA* SALISB. (LILIACEAE) ВО ФЛОРЕ УЗБЕКИСТАНА

Г. Т. Курбаниязова, О. Т. Тургинов

Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан

Аннотация. Представлена информация о 9 эндемичных видах рода *Gagea*, распространенных в Узбекистане. Упомянуто, какие виды исключены из списка эндемиков, на каких высотах и в каких районах встречаются виды, содержащиеся в фонде TASH.