

УДК: 502.75 + 502.171

**ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ЭКОСИСТЕМ: ПРИНЦИПЫ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИОРИ-  
ТЕТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ**

*А.В. Дубынин*

*Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан*

**ЭКОСИСТЕМАЛАРДЫ ТРАНСФОРМАЦИЯЛОО ШАРТТАРЫНДА  
ӨСҮМДҮКТӨР КАТМАРЫН КОРГОО: ПРИНЦИПТЕР, РЕГИОНДУК  
ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨР ЖАНА АРТЫКЧЫЛЫКТУУ АРАКЕТТЕР**

*А.В. Дубынин*

*Ботаника жана фитоинтродукция институту, Алматы, Казакстан*

**CONSERVATION OF VEGETATION COVER AMIDST ECOSYSTEM  
TRANSFORMATION: PRINCIPLES, REGIONAL CHARACTERISTICS, AND PRI-  
ORITY ACTIONS**

*Alexander V. Dubynin*

*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan*

adubynin@botsad.kz

**Аннотация:** *Статья обосновывает необходимость неотложных действий по сохранению растительного покрова в Центральной Азии, учитывая глобальные цели, изложенные в Конвенции о биологическом разнообразии (CBD) и Куньмин-Монреальской глобальной рамочной программы по биоразнообразию (KMGBF).*

**Ключевые слова:** *биоразнообразиие, деградация экосистем, климатические изменения, инвазионные виды, Куньмин-Монреальская глобальная рамочная программа по биоразнообразию (KMGBF).*

**Аннотация:** *Бул макала Борбордук Азиядагы өсүмдүк жамындысын сактоо үчүн шашылыш чаралардын зарылдыгын Конвенциянын биоартүрдүүлүк боюнча глобалдык максаттарын жана Куньмин-Монреаль глобалдык биоартүрдүүлүк программасын (KMGBF) эске алуу менен негиздейт.*

**Негизги сөздөр:** *биоартүрдүүлүк, экосистеманын деградациясы, климаттык өзгөрүүлөр, инвазиондүү түрлөр, Куньмин-Монреаль глобалдык биоартүрдүүлүк программасы (KMGBF).*

**Summary:** *This article justifies the urgent need for conservation actions to preserve plant cover in Central Asia, considering the global goals outlined in the Convention on Biological Diversity (CBD) and the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (KMGBF).*

**Keywords:** *biodiversity, ecosystem degradation, climate change, invasive species, Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (KMGBF).*

Растения и растительные сообщества, как автотрофные компоненты экосистем, играют ключевую роль в накоплении солнечной энергии, поддержании климата и водного баланса, а также в обеспечении трофических цепей органическим веществом [1, 2]. Они создают среду обитания для множества диких животных и грибов, и утрата растительного покрова ведет к разрушению экосистем и потере биоразнообразия [3, 4]. Эффективность экосистемных функций растений определяется климатом, почвами, высотой над уровнем моря и эволюционной историей региона [1, 5]. Растения также яв-

ляются источником продовольствия, лекарств, древесины и других ресурсов, жизненно важных для человека [6, 7]. В некоторых культурах они имеют сакральное значение, что подчеркивает их важность для культурного наследия [8, 9].

В настоящий момент Земля переживает шестой биосферный кризис, вызванный действиями человека [10]. В период с 1990 по 2020 год мировая площадь лесов сократилась на 178 млн га, что сопоставимо с площадью Ливии [11]. До 50% видов растений могут изменить свои ареалы обитания или даже исчезнуть к 2100 году из-за климатических изменений [12, 13]. Более 13 тысяч инвазионных видов растений зарегистрированы по всему миру, их стремительное распространение привело к деградации местных экосистем и вытеснению аборигенных видов [14]. Сдвиг в цветении растений в Северной Америке составляет в среднем 1,2 дня раньше за каждое десятилетие с 1950 года [15]. За последние 50 лет количество экстремальных погодных явлений увеличилось в два раза, что нанесло ущерб миллионам га природных экосистем [16]. Утрата генетического разнообразия у видов растений достигает 30% в некоторых регионах из-за изменения ареалов и снижения численности популяций [17]. Более 40% видов растений находятся под угрозой исчезновения из-за изменения климата и антропогенной деятельности [11]. В Европе более 80% естественных местообитаний фрагментированы и находятся под угрозой исчезновения из-за урбанизации и сельскохозяйственной деятельности [18]. Комбинация климатических изменений и антропогенных факторов приводит к потере до 25% биоразнообразия в некоторых регионах мира [19].

Цель настоящей статьи – обосновать неотложные действия по сохранению растительного покрова, учитывающие особенности стран Центральной Азии, в ситуации глобальной трансформации экосистем.

Глобальные цели охраны растений нашли свое отражение в Конвенции о биологическом разнообразии (CBD) ООН и принимаемых на ее основе рамочных программах. Конвенцию подписали 145 стран мира, в том числе и все страны Центральной Азии. Основные принципы Конвенции о биологическом разнообразии включают содействие сохранению биоразнообразия на всех уровнях, включая экосистемы, виды и генетические ресурсы, устойчивое использование компонентов биоразнообразия и справедливое распределение выгод от использования генетических ресурсов, в том числе посредством надлежащего доступа к генетическим ресурсам и передачи технологий. Дополнительные важные аспекты конвенции включают обязательства стран по разработке национальных стратегий и планов действий, продвижение международного сотрудничества в области научных исследований и обмена знаниями и технологиями, связанными с биоразнообразием, информирование и повышение осведомленности общественности [20].

На период до 2030 г. принята Куньмин-Монреальская глобальная рамочная программа по биоразнообразию (KMGBF). KMGBF представляет собой более целенаправленную и амбициозную стратегию по сравнению с предыдущими документами CBD. Включая четыре глобальные цели на 2050 год и 23 цели на 2030 год, KMGBF акцентирует внимание на причинах и последствиях климатических изменений, улучшении механизмов мониторинга и отчетности, мобилизации финансовых ресурсов и обеспечении устойчивого использования генетических ресурсов, способствующего сохранению биоразнообразия и развитию местных сообществ. Новая рамочная программа подчеркивает важность инклюзивного подхода, вовлекая различные заинтересованные сторо-

ны, и устанавливает обязательства для стран по разработке национальных целей и регулярной отчетности о прогрессе, что делает её более устойчивой и подконтрольной стратегией для глобального управления биоразнообразием [21].

KMGBF рассматривает цель сохранения растений как часть цели сохранения биоразнообразия в целом. Однако, учитывая уникальную роль растительного покрова планеты, Plantlife International в содружестве с другими НПО организовала процесс разработки проекта новой Глобальной стратегии сохранения растений (GSPC). Ее рассмотрение и утверждение включено в повестку COP16 CBD в октябре 2024 г. в Кали (Колумбия). Цели и задачи Глобальной стратегии сохранения растений разработаны в соответствии с целями рамочной программы и также включают действия на период до 2030 гг. Стратегия предусматривает снижение угроз биоразнообразию через пространственное планирование и управление, восстановление экосистем и защиту ключевых для ботанического разнообразия территорий. Она направлена на удовлетворение потребностей людей через устойчивое использование диких видов растений и сельскохозяйственных угодий, поддержку практик устойчивого природопользования, интеграцию задач сохранения биоразнообразия в политику и планирование, а также развитие образовательных и просветительских программ. Важной ее частью является мобилизация финансовых ресурсов, повышение потенциала специалистов через профессиональную подготовку и передачу технологий [22].

Трансформация экосистем значительно влияет на подходы к охране биоразнообразия. В этой ситуации, например, требуется учитывать многовариантность и скорость сукцессионного развития сообществ при разном, в том числе антропогенном, воздействии [23]. Необходимо корректировать приоритеты и адаптировать стратегии к меняющимся условиям, учитывая новые, порой неожиданные, угрозы [5]. В зонах климатических изменений приоритетом становится сохранение более адаптивных видов, а также “ключевых видов”, критически важных для экосистем, таких как опылители и основные виды трофических цепей [3, 24].

На передний план выходят сложные задачи восстановления экосистем и управления инвазионными видами. Восстановление растительных сообществ подразумевает не только посадку местных видов, но и восстановление почв и водных режимов, создание условий для естественной сукцессии и долгосрочной устойчивости сообществ [5, 23].

Мониторинг инвазионных видов требует постоянного наблюдения и управленческих усилий для предотвращения их распространения и минимизации воздействия на местные сообщества. Важным инструментом для контроля инвазионных видов становится использование биологических агентов при отказе от применения опасных химических соединений [14].

Существует обширная литература на тему планирования охраняемых природных территорий в условиях изменения климата и адаптивных стратегий для сохранения биоразнообразия. Например, исследования Hannah и соавторов [25] рассматривают интеграцию климатических изменений в стратегии сохранения природы (использование региональных климатических моделей для оценки воздействия изменения климата на биоразнообразие и для расширения природных резерватов, обеспечение непрерывности экосистемных процессов и ареалов видов между природными резерватами и др.). Heller и Zavaleta [26] проводят обзор рекомендаций по управлению биоразнообразием в усло-

виях изменения климата за последние 22 года. Hole и соавторы [27] исследуют прогнозируемые воздействия изменения климата на сеть охраняемых территорий на уровне континентов. Mawdsley и соавторы [28] обсуждают стратегии адаптации к изменению климата для управления дикой природой и сохранения биоразнообразия. Parmesan и Yohe [12] демонстрируют глобально согласованный отпечаток воздействия изменения климата на природные системы. Thomas и соавторы [13] оценивают риск вымирания в связи с изменением климата. Williams, Jackson, Kutzbach [29] прогнозируют распределение новых климатов к 2100 году. Redford и Dudley [30] предлагают ввести термин “будущая территория сохранения”, учитывающий изменение областей распространения видов при различных климатических сценариях. Volis в ряде работ обосновывает подход “conservation *quasi in situ*”, предполагающий интродукцию восстанавливаемого угрожаемого вида растений на участках, согласно прогнозу подходящих по экологическим параметрам для него в будущем (см., например, [31]).

Выбор приоритетных действий для сохранения растительного покрова и биологического разнообразия требует не только четкого понимания задач, но и знания условий и методов их выполнения. Местоположение и выбор растений имеют ключевое значение для сохранения всех компонентов наземных экосистем. Поскольку ресурсы для организации охраны ограничены, их необходимо использовать максимально эффективно, выбирая территории, наиболее важные для сохранения дикой природы.

Аридные территории Центральной Азии, такие как, например, Балхаш-Алакольский бассейн, сталкиваются с рядом угроз для биоразнообразия и растительного покрова, характерных для всей аридной зоны Евразии. Климатические изменения, деградация земель и пастбищ, урбанизация и внедрение инвазионных видов являются ключевыми вызовами. Климатические изменения приводят к изменению режимов осадков и температуры, что влияет на ареалы растений и приводит к их исчезновению [37].

Общепризнанным инструментом в этом являются выявление “горячих точек биоразнообразия” (hotspots) и “ключевых территорий” (Key Biodiversity Areas, KBAs — см. [32]; Important Plant Areas, IPAs — см. [33]). Главную роль в обосновании этих ценных природных территорий играет Красный список МСОП, основанный на оценке угрозы исчезновения видов на глобальном уровне [34]. Важное значение для оценки местообитаний имеют инструменты экосистемного подхода — Красные списки экосистем и биотопов, Зеленые книги редких и нуждающихся в охране растительных сообществ, в том числе региональные [35, 36]. Оценка угрозы исчезновения и моделирование распределения десяти видов тюльпанов Центральной Азии при различных климатических сценариях показывает, что изменение климата станет серьезной угрозой для всех этих видов, включая даже те, которые в настоящее время имеют широкий ареал. Климатические изменения добавляются к уже существующим угрозам, таким как перевыпас скота, урбанизация, браконьерский сбор и добыча полезных ископаемых [38].

Деградация земель, вызванная интенсивным земледелием и выпасом скота, приводит к эрозии почв и снижению плодородия [39]. Более 48 млн га из 187 млн га пастбищ Казахстана деградированы, похожая ситуация и в других странах Центральной Азии [40, 42]. Урбанизация и инфраструктурные проекты разрушают естественные местообитания растений, а инвазионные виды вытесняют местные виды, нарушая экоси-

стемные процессы [41]. Так, лесные площади в горных районах юго-востока и юга Казахстана сократились на 50–70% с 1960 года [42].

Центральная Азия обладает богатым опытом традиционных методов сельского хозяйства и управления пастбищами, которые могут значительно обогатить научные подходы к сохранению биоразнообразия [43].

Понимание местных социальных структур и систем управления критически важно для успешной реализации природоохранных проектов. Учет ролей местных лидеров и неформальных родовых отношений может значительно улучшить координацию и внедрение природоохранных инициатив. Вовлечение местных старейшин и лидеров общин в процесс принятия решений может способствовать более эффективному управлению природными ресурсами [44].

Анализ основных источников дохода местного населения помогает разработать стратегии, которые не конфликтуют с их экономическими интересами. В Центральной Азии основной источник дохода для многих сельских сообществ — это скотоводство и сельское хозяйство. Модернизация существующих сельскохозяйственных технологий и создание альтернативных источников дохода, таких как экотуризм, изготовление изделий из шерсти и пр., снижающая давление на природные экосистемы, может повысить заинтересованность населения в сохранении биоразнообразия [45]. Учет культурных и религиозных убеждений, связанных с природой и растениями, также способствует успешной реализации проектов [8]. В некоторых культурах определенные растения имеют священное значение, что требует деликатного подхода. Например, в Кыргызстане и Казахстане арча (можжевельник) (*Juniperus*) и туранга (*Populus diversifolia*, *P. pruinosa*) являются священными деревьями, их защита может быть интегрирована в проекты по сохранению биоразнообразия [8, 46].

Успешность программ по сохранению биоразнообразия зависит от уровня образования и осведомленности местного населения, а также от проведения качественных образовательных кампаний [47]. В Центральной Азии для поощрения природоохранных действий населения целесообразно делать акцент на уникальность флоры и фауны региона и чувство национальной гордости. Важно учитывать существующие законы и политику, сотрудничать с государственными органами и НПО для устойчивости проектов, особенно в случаях создания охраняемых территорий [48]. Инфраструктура и доступ к ресурсам также играют ключевую роль, особенно в отдаленных районах [5]. Учет гендерных аспектов и вовлечение женщин повышает устойчивость результатов [49]. Международное сотрудничество по управлению водными ресурсами рек Сырдарья и Амударья является чрезвычайно насущным для сохранения экосистем региона [50].

Все усилия, независимо от их масштаба, будут способствовать достижению общей цели, если они сосредоточены на одном направлении. Важно “мыслить глобально, действовать локально” [51], учитывая как практические возможности, так и общую картину.

Примером растущего объединения усилий разных заинтересованных групп являются проекты гражданской науки (*citizen science*) в области биоразнообразия на платформе iNaturalist, в которых участвуют и профессиональные научные работники, и любители природы. На iNaturalist в 2022–2023 г. в границах Казахстана количество верифицированных (RG) фотонаблюдений растений, животных и грибов выросло в 2,7

раза, а количество обнаруженных видов в 1,5 раза. На момент подготовки статьи здесь размещено 78610 фотонаблюдений со статусом RG 5779 видов [52].

Исключительно важным для сохранения дикой природы является выявление на основе этих данных региональных “горячих точек” биоразнообразия для создания или расширения ООПТ и уточнение ареалов угрожаемых видов (см. рис.). В границах Семиречья в 2024 году для расширения экосети предложены территории, ценные с точки зрения сохранения растительного и животного мира: оз.Тузколь; р.Шалкудысу; Сорбулакская система водно-болотных угодий, в частности Савкино озеро; колония кумая (*Gyps himalayensis*) в верховьях р.Шарын; местообитания тюльпана Регеля (*Tulipa regelii*) около Куртинского водохранилища; Шу-Илейские горы, в частности местообитания недзвецкии семиреченской (*Incarvillea semiretschenskia*); прилавки Заилийского Алатау, ущелья вокруг Алматы (сообщества с *Tulipa ostrowskiana*, *Iris alberti*, *Crocus alatavicus*, *Atraphaxis muschketowii*); тугайные леса вдоль реки Иле – редкие сообщества *Populus pruinosa* и *Berberis iliensis* [36]; туристические места, такие как Иле-Алатау и Кольсай-Кайынды [53].



Рис. Данные, собранные в рамках проекта “Природное наследие Семиречья: знать, чтобы сохранить” – 181 подтвержденное фотонаблюдение, позволили уточнить ареал *Tulipa ostrowskiana* (Красная книга Казахстана; Красный список МСОП, категория NT) и сформулировать меры по его охране.

В качестве первоочередных шагов для сохранения растительного покрова Центральной Азии, которые также обсуждались нами ранее [54], предлагается сосредоточить усилия на следующих неотложных действиях:

- (1) выявление и организация охраны Ключевых территорий биоразнообразия и Ключевых ботанических территорий, что в конечном счете включает в себя расширение экологической сети за счет новых особо охраняемых природных территорий, которые являются критически важными для сохранения уникальных экосистем и угрожаемых видов растений;

- (2) срочная оценка угрозы исчезновения эндемичных и интенсивно эксплуатируемых видов растений по критериям Красного списка МСОП;
- (3) интеграция традиционных методов земледелия для целей устойчивого управления природными ресурсами, учитывающая культурные и социально-экономические особенности местного населения, вовлечение его в процессы управления и защиты растительных сообществ;
- (4) повышение осведомленности граждан и образовательные кампании для местного населения и государственных органов, способствующие поддержке природоохранных усилий и устойчивому развитию региона, в том числе используя возможности гражданской науки [55].

Автор искренне благодарен коллегам Л.А. Димеевой и И.Ю. Селютиной за замечания и рекомендации.

Работа выполнена в рамках реализации задач ПЦФ по теме BR21882199 “Кадастр диких животных аридных территорий Балхаш-Алакольского бассейна с оценкой угроз для их сохранения и устойчивого использования” (2023–2025 гг.).

### *Литература*

1. Chapin, F. S., Matson, P. A., & Mooney, H. A. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer (2002).
2. IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC (2014).
3. Dawson, T. P., et al. Beyond Predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate. *Science* 332, 53-58 (2011). <https://doi.org/10.1126/science.1200303>
4. Tilman, D., et al. Biodiversity Impacts Ecosystem Productivity as Much as Resources, Disturbance, or Herbivory. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* (2012). <https://doi.org/10.1073/pnas.1208240109>
5. Hobbs, R. J., & Cramer, V. A. Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 33, 39-62 (2008). <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.33.020107.113631>
6. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Island Press (2005).
7. FAO. State of the World's Forests. FAO (2016).
8. Posey, D. A. Cultural and Spiritual Values of Biodiversity. UNEP (1999).
9. Maffi, L. Linguistic, Cultural, and Biological Diversity. *Annu. Rev. Anthropol.* (2005). <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120437>
10. Barnosky, A. D., et al. Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived? *Nature* 471, 51-57 (2011). <https://doi.org/10.1038/nature09678>
11. IPBES. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES (2019).
12. Parmesan, C., Yohe, G. A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems. *Nature* 421, 37-42 (2003). <https://doi.org/10.1038/nature01286>
13. Thomas, C. D., et al. Extinction Risk from Climate Change. *Nature* 427, 145-148 (2004). <https://doi.org/10.1038/nature02121>
14. Simberloff, D., et al. Impacts of Biological Invasions: What's What and the Way Forward. *Trends Ecol. Evol.* 28, 58-66 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>
15. Walther, G.-R., et al. Ecological Responses to Recent Climate Change. *Nature* 416, 389-395 (2002). <https://doi.org/10.1038/416389a>
16. Meehl, G.A., Tebaldi, C., Walton, G., Easterling, D., & McDaniel, L. Relative Increase of Record High Maximum Temperatures Compared to Record Low Minimum Temperatures in the U.S. *Geophys. Res. Lett.* 36 (2009). <https://doi.org/10.1029/2009GL040736>
17. Jump, A. S., & Peñuelas, J. Running to Stand Still: Adaptation and the Response of Plants to Rapid Climate Change. *Ecol. Lett.* 8, 1010-1020 (2005). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00796.x>
18. Fahrig, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34, 487-515 (2003). <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
19. Sala, O. E., et al. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287, 1770-1774 (2000). <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>

20. ООН. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml), свободный. – (Дата обращения: 09.07.2024).
21. Куньмин-Монреальская глобальная рамочная программа по биоразнообразию. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbd.int/meetings/COP-15>, свободный. – (Дата обращения: 09.07.2024).
22. Конвенция о биологическом разнообразии. Рекомендация 25/4: Сохранение растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbd.int/doc/recommendations/sbstta-25/sbstta-25-rec-04-ru.docx>, свободный. – (Дата обращения: 09.07.2024).
23. Suding, K. N., et al. Committing to Ecological Restoration. *Science* 348, 638-640 (2015). <https://doi.org/10.1126/science.aaa4216>
24. Thuiller, W., et al. Predicting Global Change Impacts on Plant Species' Distributions: Future Challenges. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 9, 137-152 (2008). <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.09.004>
25. Hannah, L., Midgley, G.F., Millar, D. Climate Change-Integrated Conservation Strategies. *Global Ecol. Biogeogr.* 11, 485-495 (2002).
26. Heller, N. E., Zavaleta, E. S. Biodiversity Management in the Face of Climate Change: A Review of 22 Years of Recommendations. *Biol. Conserv.* 142, 14-32 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.006>
27. Hole, D.G., et al. Projected Impacts of Climate Change on a Continent-Wide Protected Area Network. *Ecol. Lett.* 12, 420-431 (2009). <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01297.x>
28. Mawdsley, J.R., et al. A Review of Climate-Change Adaptation Strategies for Wildlife Management and Biodiversity Conservation. *Conserv. Biol.* 23, 1080-1089 (2009). <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01264.x>
29. Williams, J. W., Jackson, S. T., Kutzbach, J. E. Projected Distributions of Novel and Disappearing Climates by 2100 AD. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 104, 5738-5742 (2007). <https://doi.org/10.1073/pnas.0606292104>
30. Redford, K. H., Dudley, N. Areas of Hope: Ensuring the Conservation of Future Values of Nature. *Oryx* 58, 273-274 (2024). <http://doi.org/10.1017/S0030605324000553>
31. Volis, S. Conservation of Central Asian Plant Biodiversity. *Plant Divers. Cent. Asia* 2, 6-39 (2023). [https://doi.org/10.54981/PDCA/vol2\\_iss2/a1](https://doi.org/10.54981/PDCA/vol2_iss2/a1)
32. Eken, G., et al. Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets. *BioScience* 54, 1110-1118 (2004). [https://doi.org/10.1641/0006-568\(2004\)054\[1110:KBAASC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-568(2004)054[1110:KBAASC]2.0.CO;2)
33. Darbyshire, I., et al. Important Plant Areas: Revised Selection Criteria for a Global Approach to Plant Conservation. *Biodivers. Conserv.* 26, 1767-1800 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1336-6>
34. IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/> on July 9, 2024.
35. Keith, D. A., et al. Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLOS ONE* 8, e62111 (2013). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>
36. Димеева Л.А., Пермитина В.Н., Курмантаева А.А., Усен К., Екрдяшкин А.В., Исламгулова А.Ф., Иманалинова А.А., Говорухина С.А., Дубынин А.В., Лысенко В.В., Калиев Б.Ш. Зеленая книга Алматинской области: редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. – Алматы, 2023. – 120 с.
37. Chen, Z., Shao, M., Hu, Z. et al. Potential distribution of *Haloxylon ammodendron* in Central Asia under climate change. *J. Arid Land* (2024). <https://doi.org/10.1007/s40333-024-0061-8>
38. Wilson, B., et al. Central Asian Wild Tulip Conservation Requires a Regional Approach, Especially in the Face of Climate Change. *Biodivers. Conserv.* 30, 1705-1730 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02165-z>
39. Lioubimtseva, E., Henebry, G. M. Climate and Environmental Change in Arid Central Asia: Impacts, Vulnerability, and Adaptations. *J. Arid Environ.* 73, 963-977 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.04.022>
40. Karthe, D., Abdullaev, I., Boldgiv, B. et al. Water in Central Asia: an integrated assessment for science-based management. *Environ Earth Sci* 76, 690 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6994-x>.
41. Grehan, J. R. Conservation Biogeography and the Biodiversity Crisis: A Global Problem in Space/Time. *Biodiversity Letters* 1, 134–140 (1993). <https://doi.org/10.2307/2999686>.
42. АСБК. (2024). Отчет по результатам экспресс-обзора полноты и актуальности национальных целей и задач в области биоразнообразия. Договор: «Подготовка национального стратегического плана по сохранению биоразнообразия до 2050 года» (№10209113). По заказу Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. – Алматы, 2024. – 138 с.



43. Bates, D.G., Tucker, J. Human ecology: contemporary research and practice. Springer, 377. (2011).
44. Agrawal, A. Common Property Institutions and Sustainable Governance of Resources. *World Dev.* 29, 1649-1672 (2001).
45. Barrett, C. B., et al. Nonfarm Income Diversification and Household Livelihood Strategies in Rural Africa: Concepts, Dynamics and Policy Implications. *Food Policy* 26, 315-331 (2001). [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00014-8)
46. Dubynin, A. V., Sitpayeva, G. T. Preserving Botanical Diversity in Central Asia: Proposals for a Shared Conservation Strategy. *BGJournal* 21, 22-25 (2024).
47. Jacobson, S. K., McDuff, M. D., Monroe, M. C. Conservation Education and Outreach Techniques. Oxford University Press (2006).
48. Fisher, R. J., et al. Linking Conservation and Poverty Reduction: Landscapes, People and Power. Earthscan (2005).
49. Agarwal, B. Environmental Action, Gender Equity and Women's Participation. *Dev. Change* 28, 1-44 (1997).
50. Imminent threats to the Western Tien Shan in Kyrgyzstan, Uzbekistan and Kazakhstan. In *World Heritage Watch Report 2024*, Vol. 10 (World Heritage Watch, 2024).
51. Geddes, P. *Cities in Evolution*. Williams & Norgate (1915).
52. iNaturalist. Retrieved from <https://www.inaturalist.org/> on July 10, 2024.
53. ResearchGate. Результаты опроса участников проекта «Природное наследие Семиречья: знать, чтобы сохранить». Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/382153831\\_Rezultaty\\_oprosa\\_ucastnikov\\_proekta\\_Prirodnoe\\_nasledie\\_Semireca\\_znat\\_ctoby\\_sohranit\\_7072024](https://www.researchgate.net/publication/382153831_Rezultaty_oprosa_ucastnikov_proekta_Prirodnoe_nasledie_Semireca_znat_ctoby_sohranit_7072024) on July 10, 2024.
54. Дубынин А.В. Как защитить ботаническое разнообразие Центральной Азии от уничтожения и способствовать его восстановлению: приоритеты и актуализация подходов // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – Бишкек, 2023. – №6. [Спецвыпуск: материалы III междунар. науч. конф. “Интродукция, селекция и сохранение биоразнообразия растений”, Бишкек, 5–6 октября 2023 г.] – С. 70–77.
55. Дубынин А.В. Биоразнообразие и задачи научной коммуникации: возможности проектов гражданской науки для изучения и сохранения растений // Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент: материалы IV научно-практ. конф., Санкт-Петербург, 27 февраля – 3 марта 2023 г. – СПб, 2023. – С. 30–35. <https://doi.org/10.24412/cl-36595-2023-4-30-35>