

УДК 581.9:551.588(235.222+574.1/4)

Б.М. Султанова
Л.А. Димеева
А.Ф. Исламгулова

B.M. Sultanova
L.A. Dimeyeva
A.F. Islamgulova

БОТАНИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЮЖНОГО АЛТАЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

BOTANICAL DIVERSITY OF THE SOUTH ALTAI MOUNTAINS UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

В статье обсуждается влияние изменения климата на флору и растительность Южного Алтая. Показан высокий эндемизм и разнообразие растительности в пределах высотных поясов. Флора Южного Алтая включает 2091 вид из 119 семейств и 604 родов, что составляет около 40 % флоры всего Казахстана. Уникальность флоры демонстрируют 68 эндемиков и 27 видов из «Красной книги Казахстана». Для Южного Алтая выделены высотные пояса: пустынно-степной, сухо-степной, лугово-степной, горный кустарниковый лугово-степной, горно-лесо-степной, горно-таежный, субальпийский, альпийско-тундровый, высокогорный нивальный. Для оценки изменения растительности проанализированы космические снимки за последние 13 лет. Выявлено сокращение ледников и снежников на 46 % и повышение высотного предела обитания растений в среднем на 200 м.

Горная система Южного Алтая находится на стыке границ Казахстана, России, Монголии и Китая. Хребты Южного Алтая имеют преимущественно субширотное простирание. Абсолютные высоты в пределах региона изменяются от 600–700 м в поясе предгорий на западе и юго-западе до 4506 м над ур. м. (г. Белуха) на севере. Южный Алтай определяет собой зонально-климатический рубеж между сухостепной подзоной и полупустынной зоной. Климатические особенности определяются высотной зональностью и влиянием влажных атлантических северо-западных ветров, приносящих осадки.

Флора Южного Алтая включает 2091 вид из 119 семейств и 604 родов (Исаев, 1993; Байтулин, Котухов, 2011), что составляет около 40 % флоры всего Казахстана. Ведущие семейства: *Asteraceae* – 299 вида (14,3 %), *Poaceae* – 281 (13,4 %), *Fabaceae* – 170 (8,1 %), *Brassicaceae* – 121 (5,8 %), *Rosaceae* – 106 (5,1 %), *Ranunculaceae* – 96 (4,6 %), *Cyperaceae* – 80 (3,8 %), *Caryophyllaceae* – 72 (3,4 %), *Lamiaceae* – 72 (3,4 %), *Scrophulariaceae* – 71 (3,4 %). Ведущие роды: *Astragalus* – 66, *Carex* – 53, *Salix* – 42, *Artemisia* – 37, *Allium* – 35, *Oxytropis*, *Potentilla* – 32, *Elymus* – 28, *Poa* – 27, *Ranunculus*, *Saussurea*, *Stipa* – 25, *Veronica* – 21, *Festuca* – 19, *Viola* – 19, *Pedicularis* – 18, *Alchemilla*, *Juncus* – 17, *Calamagrostis* – 16, *Draba*, *Euphorbia* – 15 видов. К высокогорным растениям относятся 374 вида, или 17,9 %. Уникальность флоры Южного Алтая доказывает 68 эндемиков: *Allium ledebourianum* Schult. et Schult., *Arenaria potaninii* Schischk., *Coraliorhiza trifida* Chatel., *Dactylis altaica* Bess., *Echinops saissanicus* (B. Keller) Bobr., *Elymus longespicus* Kotuch., *Festuca kurtshumica* E. Alexeev., *Papaver tenellum* Tolm., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin., *Rhodiola quadrifida* (Pall.) Fisch. et Mey, *Troilus altaicus* C. A. Mey, *Tulipa altaica* Pall ex Spreng. и др. Высокий эндемизм в Южном Алтае обусловлен наличием интенсивных миграционных процессов. В местах совместного обитания горно-степных и горно-сибирских лесных видов, под действием сложных природно-климатических условий отмечено проявление интенсивной гибридизации *Elymus* L., как на видовом, так и на родовом уровнях. Межродовые гибриды (*x Elymotrigia* Hyl) возникают обычно с видами р. *Elytrigia* (*E. gmelinii*, *E. repens*, *E. geniculata* и др.) (Котухов, 1990). Из 73 редких видов Южного Алтая – 27 включены в «Красную книгу Казахстана» (Перечень..., 2006): *Adonis vernalis*, *Allium altaicum*, *A. ledebourianum*, *A. microdictyon*, *Arnica iljinii*, *Corydalis bracteata*, *Cypripedium guttatum*, *Dactylorhiza baltica*, *D. fuchsia*, *D. incarnate*, *Epipogium aphyllum*, *Erythronium sibiricum*, *Gymnospermium altaicum*, *Huperzia selago*, *Lilium pilosiusculum*, *Macropodium nivale*, *Paeonia anomala*, *P. hybrida*, *Paris quadrifolia*, *Pulsatilla patens*, *Rheum altaicum*, *Rhodiola rosea*, *Sanicula europaea*, *Sibiraea altaiensis*, *Stipa pennata*, *Tulipa patens*, *T. uniflora*.

Для Южного Алтая выделены высотные пояса: пустынно-степной, сухо-степной, лугово-степной, горный кустарниковый лугово-степной, горно-лесо-степной, горно-таежный, субальпийский, альпийско-тундровый, высокогорный нивальный (Димеева и др., 2012).

Пустынно-степной пояс (от 400–500 до 600–800 м над ур. м.) с полынно-ковыльно-типчачковыми и опустыненными полынно-дерновиннозлаковыми степями охватывает предгорные равнины южных склонов. В растительном покрове доминируют дерновинные злаки (*Stipa sareptana*, *Festuca valesiaca*,

Koeleria cristata), полыни (*Artemisia gracilescens*, *A. compacta*, *A. frigida*), кустарнички и полукустарнички (*Kochia prostrata*, *Ephedra distachya*, *Thymus marschallianus*), также обычные кустарники (*Caragana pumila*, *C. camilli-schneideri*, *C. frutex*, *Spiraea hypericifolia*), в том числе пустынные (*Krascheninnikovia ceratoides*, *Atraphaxis spinosa*, *Halimodendron halodendron*).

Сухо-стенной пояс (от 400–700 до 800–1200 м над ур. м.) характерен для пологонаклонных подгорных равнин склонов южной экспозиции. Растительный покров слагают сухие ковыльно-типчачковые степи с кустарниками (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *Spiraea hypericifolia*, *Caragana frutex*) и большим количеством разнотравья (*Jurinea multiflora*, *Galium ruthenicum*, *Iris scariosa*, *Dianthus rigidus*, *Potentilla acaulis*, *P. bifurca*, *Galatella tatarica*, *Artemisia frigida*, *A. marschalliana*).

Лугово-стенной пояс (от 900 до 1500 м над ур. м.) В растительном покрове преобладают дерновинные (*Stipa lessingiana*, *S. krylovii*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon altaicum*) и луговые злаки (*Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Poa sibirica*, *Calamagrostis langsdorffii*). Среди разнотравья доминируют *Achillea nobilis*, *Galium verum*, *Pulsatilla multifida*, *Ziziphora clinopodioides* и виды широколиственного разнотравья: *Heracleum dissectum*, *Veratrum lobelianum*, *Aconitum leucostomum*, *Angelica decurrens*, *Delphinium elatum*.

Горный кустарниковый лугово-стенной пояс (от 1200–1500 до 1800 м над ур. м.) представлен на южных, юго-восточных склонах гор. Здесь распространены влажные высокотравные луга (*Calamagrostis langsdorffii*, *Milium effusum*, *Dactylis glomerata*, *Veratrum lobelianum*, *Chamaenerium angustifolium*) в сочетании с кустарниковыми зарослями (*Spiraea chamaedrifolia*, *Lonicera altaica*, *Ribes atropurpureum*, *Rubus idaeus*), а также умеренно-влажные кустарниковые ксеропетрофитные степи с доминированием петрофитного разнотравья (*Festuca valesiaca*, *Cleistogenes squarrosa*, *Centaurea sibirica*, *Orostachys spinosa*, *Aster alpinus*, *Sedum hybridum*, *Thymus altaicus*) и заросли степных кустарников.

Горно-лесо-стенной пояс (от 1500 до 1900 м над ур. м.) формируется в нижней границе леса. Основу растительного покрова образуют лиственничники (*Larix sibirica*), с подлеском из *Lonicera altaica*, *Spiraea chamaedrifolia*, *Ribes atropurpureum*, *Rubus idaeus*, *Rosa pimpinellifolia*, *R. acicularis*, *Cotoneaster melanocarpa*. Доминируют злаки: *Calamagrostis epigeios*, *C. langsdorffii*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*; из разнотравья обычны: *Polemonium caeruleum*, *Galium verum*, *Lathyrus pisiformis*, *Vicia cracca*, *Alchemilla xanthochlora*, *Carex pediformis*, *Aconitum leucostomum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Paeonia anomala*, *Galium boreale*. Широко распространены березово-осиновые (*Populus tremula*, *Betula pendula*) леса. Подлесок из *Spiraea media*, *Rosa pimpinellifolia*. В травяном покрове доминируют *Dactylis glomerata*, *Calamagrostis epigeios*, *Geranium albiflorum*, *Veratrum lobelianum*. В поймах преобладают тополевые (*Populus laurifolia*) галерейные леса с разнотравно-злаковым травяным ярусом, иногда с примесью лиственницы, березы, ивы. Подлесок из *Ribes nigrum*, *R. atropurpureum*, *Lonicera altaica*.

Горно-таежный пояс (от 1550 до 1900–2100 м над ур. м.) характерен для северных и северо-западных склонов. В I нижней высотной полосе – березово-лиственничные леса (*Larix sibirica*, *Betula pendula*) с участием *Abies sibirica*. Подлесок образуют *Lonicera altaica*, *Rosa acicularis*, *Ribes atropurpureum*, *Rubus idaeus*, *Sorbus sibirica*. В травостое преобладают *Calamagrostis epigeios*, *C. langsdorffii*, *Dactylis glomerata*, *Angelica decurrens*, *Paeonia anomala*, среди разнотравья: *Rubus saxatilis*, *Crepis lyrata*, *Galium boreale*, *Saussurea controversa*, *Iris ruthenica*, *Geranium albiflorum*. Во II средней высотной полосе – лиственничные и темнохвойные леса. Преобладают лиственничники разнотравные, пихтовые и зеленомошные. В лиственничниках разнотравных подлесок из *Ribes atropurpureum*, *Spiraea media* или отсутствует. Травяной покров многоярусный, густой. На возвышенных участках доминирует *Dactylis glomerata*, в ложбинах – мезофильное разнотравье: *Aconitum septentrionale*, *Thalictrum simplex*, *T. minus*, *Heracleum sibiricum*, *Angelica decurrens*, *Paeonia anomala*. Лиственничники пихтовые зеленомошные распространены в нижней части склонов северной экспозиции с травяно-моховым покровом из *Lycopodium annotinum*, *Pyrola rotundifolia*, *Linnaea borealis*, *Moneses uniflora*. Ельники (*Picea obovata*) встречаются на склонах восточной экспозиции. В кустарниковом ярусе распространены: *Lonicera altaica*, *Spiraea media*, *Cotoneaster melanocarpa*, *Ribes atropurpureum*. Из разнотравья наиболее обильны: *Deschampsia cespitosa*, *Geranium pseudosibiricum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Helictotrichon hookeri*. Пихтовая тайга (*Abies sibirica*) встречается на высоте 1600–1700 м, с незначительной примесью *Betula pendula*, *Larix sibirica*. Подлесок редкий из *Lonicera altaica*, *Sorbus sibirica*. В травяном покрове преобладают – *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis* spp, *Saussurea frolovii*, *Phlomis alpina*. Свежие темнохвойные таежные леса состоят из пихты, единичных деревьев ели и кедра сибирского (*Pinus sibirica*), лиственницы, березы. Они встречаются в средней части склонов северной экспозиции до высоты 1600 м. Подлесок из *Sorbus sibirica*, *Ribes altissimum*, *Lonicera altaica*, *Rubus idaeus*. Травяной покров средней густоты из видов рода *Carex*, *Saussurea frolovii*, *Pedicularis proboscidea*, в прогалинах *Calamagrostis* spp. Хорошо развит моховой покров. Кедровые леса (*Pinus sibirica*) с разнотравьем встречаются на нижних частях склонов на высоте 1500–1700 м. В подлеске отмечены *Lonicera altaica*, *Ribes atropurpureum*, а в травяном ярусе распространены *Calamagrostis langsdorffii*, *Carex macroura*, *Aconitum leucostomum*, *A. decipiens*.

Кедровые леса с *Vaccinium myrtillus* занимают средние части склонов на 1700–2000 м. Кустарниковый ярус из (*Lonicera altaica*, *Spiraea chamaedrifolia*). В травяном ярусе – *Linnaea borealis*, *Aconitum decipiens*, широко распространены мхи (*Hylocomium proliferi*, *Pleurosium schreberi*). В III верхней высотной полосе представлены листовенничные редколесья с фрагментами остепненных альпийских лугов (*Festuca valesiaca*, *F. kryloviana*, *Helictotrichon schellianum*). В составе подлеска: *Spiraea media*, *Juniperus sibirica*, *Cotoneaster uniflorus*. В травостое преобладают степные виды: *Festuca valesiaca*, *Iris ruthenica*, *I. bloudowii*.

Субальпийский пояс (от 1800 до 2200 м над ур. м.) состоит из 2 подпоясов. На северных склонах наиболее выражены высокотравные субальпийские луга. В нижней части субальпийского пояса они чередуются с листовенничниками высокотравными, выше с парковыми листовенничниками субальпийскими на микросклонах северной экспозиции. Состав злаков беден: *Calamagrostis* spp., *Poa sibirica*, *Alopecurus alpinus*. Моховой покров отсутствует или развит слабо. В составе травостоя: *Stemmacantha carthamoides*, *Saussurea frolovii*, *Trollius altaicus*, *Geranium albiflorum*, *Bupleurum longifolium*, *Delphinium elatum*, *Aconitum septentrionale*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Veratrum lobelianum*, *Dracocephalum grandiflorum*, *Phlomis alpina*, *Aquilegia glandulosa*, *Ptarmica* spp., *Omalotheca norvegica*. Низкотравные субальпийские луга формируются в результате перевыпаса скота, состоят из *Ptarmica ledebourii*, *Tanacetum achilleifolium*, *Delphinium elatum*, *Aconitum leucostomum*. Доминируют *Alchemilla sibirica*, *Geranium albiflorum*, *Sanguisorba alpina*, *Saussurea frolovii*. В ерниковом подпоясе *Betula rotundifolia* образует сочетания с тундровыми сообществами (комплексы с фрагментами альпийских лугов, моховых и лишайниковых тундр). На южных склонах распространены заросли стлаников (*Juniperus sibirica*, *J. pseudosabina*). На месте ледниковых моренных озер формируются высокогорные болота. На участках с водой доминирует вид *Carex*, к более сухим местообитаниям приурочен *Eriophorum polystachion*, по возвышенностям и грядам – моховой покров. В составе сообществ часто встречаются кустарники (*Salix* spp., *Betula rotundifolia*). Из альпийского разнотравья присутствуют: *Allium ledebourianum*, *A. schoenoprasum*, *Pedicularis compacta*, *Swertia obtusa*. В верховьях рек встречаются ивняки субальпийские (*Salix glauca*, *S. krylovii*, *S. vestita*). Травяной покров образуют: *Aconitum altaicum*, *Swertia obtusa*, *Angelica decurrens*, на камнях – *Rhodiola rosea*, *Allium altaicum*.

Альпийско-тундровый пояс (от 2000 до 2500 м над ур. м.). Мелкотравные альпийские луга с господством разнотравья: *Viola altaica*, *Bistorta major*, *Lloydia serotina*, *Gentiana grandiflora*, *Schulzia crinita*, *Aquilegia glandulosa*. Злаков мало: *Festuca kryloviana*, *F. altaica*, *Anthoxanthum odoratum*. Присутствуют карликовые ивы (*Salix turczaninowii*). Часто развит моховой покров. Осоково-злаковые тундры распространены большей частью на вершинах перевалов. Доминирует *Festuca kryloviana*, содоминанты: *Trisetum spicatum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex melanocarpa*, *Lusula sibirica*, *Poa alpina*. Среди разнотравья: *Tripleurospermum ambiguum*, *Potentilla evestita*, *Dracocephalum grandiflorum*. Луговые тундры с участием *Kobresia myosuroides* встречаются редко, на северных склонах. В небольшом обилии *Festuca kryloviana*, *Rhodiola quadrifida*. Альпийские низкотравные луга с доминированием *Ranunculus altaicus*, *R. rubrocalyx*, *Potentilla evestita*, *Pedicularis amoena* приурочены к понижениям с пятнами снежников. На щебнистых местообитаниях встречаются лишайниковые тундры (*Cladonia*, *Cetraria*). В местах выхода грунтовых вод распространены моховые высокогорные болота (виды родов *Minium*, *Bryum*, *Sphagnum*). В травяном ярусе преобладают: *Carex* spp., *Eriophorum polystachion*, *Allium schoenoprasum*. Тундры с участием *Betula rotundifolia* и альпийских видов ив (*Salix glauca*, *S. turczaninowii*, *S. vestita*) встречаются редко. Щебнистые и каменистые тундры распространены по южным склонам хребтов на сильно щебнистой почве. Травяной покров не сомкнутый. Из злаков доминируют: *Festuca kryloviana*, *Poa altaica*, *Trisetum spicatum*. Из разнотравья: *Bistorta major*, *Callianthemum angustifolium*, *Rhodiola quadrifida*, *Potentilla gelida*, *Eritrichium villosum*, *Papaver nudicaule*, *Hyperzia selago*, *Patrinia sibirica*, *Leiospora exscapa*. Очень редко встречаются тундры с участием *Dryas oxyodontha*, которые приурочены к пологим щебнистым склонам с вечной мерзлотой.

Высокогорный нивальный пояс (выше 2800 м над ур. м.). Высшая растительность отсутствует. На каменистых обнажениях встречаются лишь некоторые виды лишайников.

За последние 50 лет в Казахстане отмечается устойчивая тенденция роста температуры воздуха, в среднем на 1,5 °С. Ледники являются наиболее чувствительным индикатором изменения климата (Aizen et al., 1997; Благовещенский и др., 2006). За период с 1950 по 2000 гг. 2340 ледников Алтае-Саян общей площадью 1562 км² (Surazakov et al., 2007) потеряли 14 % своей территории. Причиной сокращения их площади стало повышение летней температуры воздуха на 1,03 °С за последние 50 лет, что вызвало ускорение таяния ледников (Aizen, 2011).

Для оценки последних изменений площади ледников Южного Алтая были выбраны космические снимки среднего пространственного разрешения (30 м) Landsat ETM+ и Landsat OLI в аблиационный период. Для достоверного выделения и картирования льда и снега был применен нормализованный дифференциальный индекс снежного покрова NDSI. Границы открытой части ледника (чистый лед и снег) по космосним-

кам выявляются достоверно. В расчет не брались границы моренных образований, т. к. их определение не достаточно достоверно. В 2000 г. площадь ледников и снежников Южного Алтая (хребты Сарымсақты, Курчумский, Тарбагатай, Южный Алтай) составляла 418,7 км², в 2013 г. – 228,8 км². Оценивая динамику за последние 13 лет можно констатировать уменьшение площади ледников и снежников на 190 км² (46 %).

По мнению М.А. Проскурякова (2010, 2012), влияние изменения климата на растения происходит пока в скрытой форме – на физиологическом, фенологическом, консортивном уровнях. Виды растений реагируют на изменение климата тремя возможными путями: миграция (ограничена фрагментацией местообитаний, способностью к переносу диаспор, требованиями к субстрату); адаптация к изменяющимся условиям; постепенное исчезновение (Aitken et al., 2008).

Для гор Казахстана также ожидается смещение границ высотных поясов, еловый пояс поднимется на 120–150 м (Второе..., 2009). Сценарий будущей трансформации растительного покрова будет зависеть также от возраста доминантов высотных поясов. Предельный возраст пихты (*Abies sibirica*) – 300 лет, кедра и лиственницы (*Pinus sibirica*, *Larix sibirica*) – свыше 500 лет, климаксовые сообщества будут занимать свои экологические ниши много дольше, чем лиственные деревья (*Betula pendula*, *Populus tremula*), продолжительность жизни которых 100–120 лет.

Прогноз изменения растительности в новых климатических условиях может быть основан на анализе данных космических снимков. Динамика растительного покрова определялась на тех же снимках, которые использовались для оценки изменений площади ледников. Разные типы растительности с характерным для них проективным покрытием и биомассой обладают определенными спектральными характеристиками в видимом и инфракрасном диапазонах. В связи с этой особенностью мы использовали вегетационный индекс с учетом почвы SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), который хорошо себя зарекомендовал на территориях с разреженным растительным покровом (< 30 %), характерным для высокогорий. Для обеспечения наибольшей чувствительности данного индекса в условиях высокогорной растительности при расчетах был использован поправочный коэффициент 0,25. Согласно полученным расчетам произошло сокращение площади ледников и образование нового субстрата для поселения растений, а также увеличение территории с классом «разреженный растительный покров». Общая площадь, занимаемая этим классом, за последние 13 лет увеличилась на 97 км², вследствие зарастания освободившихся от ледников открытых поверхностей. Высотный предел обитания растений поднялся в среднем на 200, а местами на 300 м. Так же отмечено общее снижение обилия растений по всем поясам. Эти данные свидетельствуют о перестройке растительности горных систем. Изменения можно обнаружить, проводя совмещение наземного и космического мониторинга.

Заселение группировок высокогорных растений на освободившиеся от ледников территории уже началось. Видовой состав таких группировок подбирается согласно экологическим особенностям и адаптивной стратегии каждого вида. В высокогорном поясе Южного Алтая встречаются редкие и эндемичные виды растений с узкой экологической амплитудой. Изменение экологических условий может привести к сокращению численности популяций и угрозе исчезновения видов. Миграция видов с широкой экологической амплитудой будет происходить постепенно, без потерь видового разнообразия. В высокогорных условиях Южного Алтая уже идут процессы гибридизации видов (Котухов, 1990). На фоне общей ксерофитизации растительного покрова наиболее уязвимыми к глобальному изменению климата окажутся виды растений и сообщества, имеющие небольшую экологическую амплитуду, узкие эндемики и виды с сокращающимся ареалом. Виды из «Красной книги» не всегда имеют узкую экологическую нишу, многие из них сокращают численность в результате антропогенного воздействия, поэтому охранные мероприятия помогут им избежать исчезновения, но не дают полной гарантии.

Растительность хребтов Южного Алтая трансформирована в разной степени. В пределах особо охраняемых природных территорий (Маркакольский заповедник, Катон-Карагайский Национальный парк) сохраняются ненарушенные и мало нарушенные природные экосистемы. Местами отмечены сильно деградированные территории. Основные факторы нарушения – выпас, сенокос, рекреация, рубка лесов, пожары, земледелие в предгорьях. Десятилетиями происходило увеличение антропогенных нагрузок, которое уже привело к значительной деградации горных экосистем. Слабо разработанной остается проблема регулирования рекреационных нагрузок. Растительный покров горных экосистем в современный период глобального изменения климата оказался под двойным прессом. С одной стороны антропогенные факторы, с другой стороны – изменения, стимулированные климатическим фоном. Эти изменения уже проявляются на организменном уровне, происходит смещение фенологических дат (Проскуряков, 2010); на экосистемном уровне также происходит перестройка, которая выявляется на космоснимках и свидетельствует о таянии ледников, формировании на их месте разреженных растительных группировок, снижении густоты растительного покрова в других высотных поясах в результате аридизации.

Для адаптации растительного мира горных и высокогорных растительных сообществ при сценарии глобального потепления климата необходимо разработать научно обоснованную систему мероприятий, ко-

торая должна включать (Национальная стратегия... 2001; Ионов, 2003; Проскуряков, 2012):

- проведение полного учета биоразнообразия и оценка его динамического состояния;
- ведение Кадастра растительного мира горных территорий;
- создание системы охраняемых территорий в целях сохранения биоразнообразия;
- проведение ежегодного космического и наземного мониторинга экосистем;
- осуществление хронобиологического анализа ключевых видов на ключевых участках;
- разработка мероприятий по реабилитации деградированных экосистем;
- сохранение *in situ* и *ex situ* редких видов, диких сородичей культурных растений;
- рациональное использование потенциала биологического и ландшафтного разнообразия;
- внедрение пастбищеоборотов, сенокосооборотов, соблюдение сезонности и кратности использования естественных кормовых угодий.

Контроль динамики основных компонентов экосистем в структуре геоэкологического мониторинга должен быть ориентирован на разработку главных аспектов проблем горных территорий, включая проблемы биоразнообразия, климатических изменений и опустынивания. Приоритетные звенья этой структуры – мониторинг гляциосферы, динамики водных ресурсов и состояния растительного покрова. Именно эти элементы природной среды – наиболее яркие индикаторы происходящих деформаций геоэкосистем, в том числе обусловленных климатическими изменениями.

ЛИТЕРАТУРА

- Байтулин И.О., Котухов Ю.А.** Флора сосудистых растений Казахстанского Алтая. – Алматы: LEM, 2011. – 158 с.
- Благовещенский В.П., Вилесов Е.Н., Кокарев А.Л.** Деградация оледенения гор юго-восточного Казахстана // Республика Казахстан. – Алматы: Print-S, 2006. – Т. 1. – С. 292–300.
- Второе Национальное сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2009. – 190 с.
- Димеева Л.А., Султанова Б.М., Огарь Н.П., Исламгулова А.Ф., Пермитина В.Н., Садвокасов Р.Е., Кердяшкин А.В., Говорухина С.А.** Пространственная структура растительности хребтов Южного Алтая // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы междунар. научно-практ. конф. – Барнаул: АГУ, 2012. – С. 69–74.
- Ионов Р.Н.** Уязвимость и адаптация растительного покрова травянистых сообществ при глобальном потеплении климата // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, 2003. – Т. 3, № 6. <http://krsu.edu.kg/vestnik/2003/v6/a11.html>.
- Исаев Е.Б.** Конспект флоры хребта Южный Алтай. – Алматы: Гылым, 1993. – 125 с.
- Котухов Ю.А.** Новые виды гибридогенного рода *x Elymotrigia* (Роасеае) из Восточного Казахстана // Бот. журн., 1990. – Т. 75, № 12. – С. 1735–1757.
- Национальная стратегия и план действий по устойчивому развитию горных территорий Казахстана. – Алматы, 2001. <http://www.ecoportalsca.kz/regional-mountain-centre/>
- Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. Утвержден постановлением Правительства РК. №1034 от 31 октября 2006. – Астана.
- Проскуряков М.А.** Градиентный и хронобиологический анализ растений для оптимизации природопользования в горах // Актуальные проблемы ботанического ресурсоведения: Материалы междунар. конф. – Алматы, 2010. – С. 14–17.
- Проскуряков М.А.** Хронобиологический анализ растений при изменении климата. – Алматы: LEM, 2012. – 228 с.
- Aitken S.N., Yeaman S., Holliday J.A., Wang T., Curtis-McLane S.** Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations // *Evol. Appl.*, 2008. – Vol. 95, No. 1. – P. 111.
- Aizen V.B.** Altai-Sayan glaciers // *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers*. (Eds. V.P. Sigh, P. Singh). – London: Haritashya Springer Publisher, 2011. – P. 1253.
- Aizen V.B., Aizen E.M., Melack J., Ozier J.** Climatic and Hydrologic Changes in the Tien Shan, Central Asia // *Journal of climate*, 1997. – Vol. 10. – P. 1393–1404.
- Surazakov A.B., Aizen V. B., Nikitin S.A.** Glacier Area and River Runoff Changes in the Head of Ob River Basins During the Last 50 Years // *Environmental Research Letters*, 2007. – <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/2/4/045017>.

SUMMARY

Impact of climate change on flora and vegetation of the South Altai Mountains have been discussed in the article. High endemism and phytocoenotic diversity of altitudinal belts have been shown. The Southern Altai flora comprises 2091 species belonging to 119 families and 604 genera, which makes up approximately 40 % of the whole flora of Kazakhstan. Endemic plants (68 species) and 27 plants from Red Data Book of Kazakhstan demonstrate the unique features of the Altai flora. The following altitudinal belts are identified in the Southern Altai ridges: desert-steppe, dry steppe, meadow-steppe, mountain-shrub meadow-steppe, mountain-forest-steppe, mountain-taiga, subalpine, alpine-tundra, and high-mountain nival belts. Space images for last 13 years were analyzed for assessment of vegetation cover changes. Recession of glacier and snow area by 46 %, increasing of altitudinal limits of plant distribution by 200 m have been revealed.