

ISSN 1029-8940 (Print)  
ISSN 2524-230X (Online)  
УДК 635.9

Поступила в редакцию 30.11.2016  
Received 30.11.2016

Г. Г. Асадов<sup>1</sup>, В. М. Новрузов<sup>1</sup>, П. М. Ефендиев<sup>2</sup>, И. М. Насибов<sup>1</sup>,  
Р. Г. Халилов<sup>1</sup>, П. Ю. Нагиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт дендрологии НАН Азербайджана, Баку, Республика Азербайджан

<sup>2</sup>Бакинский государственный университет, Баку, Республика Азербайджан

<sup>3</sup>Институт космических исследований природных ресурсов  
Национального аэрокосмического агентства, Баку, Республика Азербайджан

## ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

**Аннотация.** Статья посвящена изучению растительного покрова южного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики).

Исследование данного региона проводили на основе космических снимков в период с 1976 по 2014 г. Для уточнения влияния антропогенных факторов было отмечено около 10 модельных участков на территориях Исмаиллинского, Кусарского и Кубинского районов. За истекшее время (почти 40 лет) велись регулярные наблюдения различными космическими системами.

В результате проведенного мониторинга установлена динамика сокращения количества ценных пород деревьев и кустарников. Однако характер уменьшения числа древесных пород в различных природных регионах разный.

В данном регионе функционирует Шахдагский национальный парк, который характеризуется не только биоразнообразием, но и своей уникальностью, так как является естественным эндемом эльдарской сосны. В связи различными экологическими факторами некоторые ценные породы из года в год сокращают свои ареалы, а некоторые находятся на грани исчезновения.

Исследованный регион отличается ценнейшими лесными экосистемами. Здесь произрастают многочисленные редкие древесно-кустарниковые породы, хвойные и широколиственные растения (*Betula pendula* Roth, *Fagus orientalis* Lipsky, *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L.), кустарники (*Rubus seaius* L., *Crataegus pentaguna* W. et L., *Rosa cinnamomeae* L. и др.), обширные участки занимают *Caprinus caucasica*, *Acer lactum*, *Acer campetre*, *Ulmus suberosa*, относящиеся к редким древесным породам. Встречаются лесные фруктовые виды, такие как орех, лещина, боярышник, алыча, облепиха, лесная груша, кизил и многие другие полезные виды.

В связи с вышеизложенным требуется создание новых государственных заказников и расширение национальных парков с целью охраны и защиты ценнейших пород, способствующих сохранению биоразнообразия в данном регионе и уменьшению антропогенного воздействия на естественную природу.

**Ключевые слова:** космические снимки, цифровая обработка, карта растительности, спектральный диапазон, растительные формации, леса, луга, степи, пустыни и полупустыни

**Для цитирования:** Изучение изменения растительного покрова южного склона Большого Кавказа на основе космических снимков / Г. Г. Асадов [и др.] // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2018. – Т. 63, № 1. – С. 107–112.

H. H. Asadov<sup>1</sup>, V. M. Novruzov<sup>1</sup>, P. M. Efendiyev<sup>2</sup>, I. M. Nasibov<sup>1</sup>, R. H. Khalilov<sup>1</sup>, P. Y. Nagiyev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Dendrology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

<sup>2</sup>Baku State University, Baku, Republic of Azerbaijan

<sup>3</sup>Institute of Cosmic Researches of Natural Resources of National Aero-Cosmic Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

## STUDYING OF THE CHANGE OF VEGETABLE COVER OF THE SOUTHERN SLOPE OF GREATER CAUCASUS ON THE BASIS OF SPACE IMAGES

**Abstract.** The article is devoted to the study of the vegetation cover of the southern slope of the Greater Caucasus (within Azerbaijan territory).

A study conducted in the region on the basis of satellite imagery space systems between 1976 and 2014. To clarify the influence of anthropogenic factors were noted about 10 sample areas in the territories of Ismayilli, Gusar and Guba regions. Since that time (almost 40 years), carried out regular monitoring by different forwarding grants.

It has been set the dynamics of the reduction number of valuable species of trees and shrubs by carried monitoring results. However the range of the nature of the reduction in the number of tree species is different according to different areas.

In this region there is Shahdag National Park, which is rich in biodiversity. However, this area stands out for its uniqueness by its naturally endemic Eldarica pine trees. Due to various environmental factors, some valuable species year in year out reduces their ranges and some are in danger zone of extinction.

The investigated region has the most valuable forest ecosystems; there are numerous of rare trees and shrubs, conifers and broadleaf plants – *Betula pendula* Roth, *Fagus orientalis* Lipsky, *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., from shrubs – *Rubus seaius* L., *Crataegus pentaguna* W. et L., *Rosa cinnamomeae* L., and other participants take extensive part – *Caprinus caucasica*, *Acer lactum*, *Acer campetre*, *Ulmus suberosa*, which are included in the number of rare trees. Here there are wild fruit species such as walnut, hazel, hawthorn, plum, sea buckthorn, forest pear, dogwood and many other useful plants.

In connection with the above, it requires the creation of new government customers and expanded national parks in order to safe and protect the most valuable species that contribute to the conservation of biodiversity in the regions and will reduce the anthropogenic impacts on the natural environment.

**Keywords:** Space images, digital processing, map of vegetation, spectral range, vegetable formations, forests, meadow, steppes, deserts and semi-deserts

**For citation:** Asadov H. H., Novruzov V. M., Efendiyeu P. M., Nasibov I. M., Khalilov R. H., Nagiyev P. Y. Studying of the change of vegetable cover of the southern slope of Greater Caucasus on the basis of space images. *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnych navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2018, vol. 63, no. 1, pp. 107–112 (in Russian).

**Введение.** Растительность Земли понимается как покров в целом, который находится в непрерывном взаимодействии со средой. Несмотря на сложившиеся сочетания видов, растительные сообщества отличаются по структуре. В результате многолетней человеческой деятельности во всех природных зонах наблюдаются антропогенные изменения растительного покрова. В последние три столетия на нашей планете площадь лесов уменьшилась вдвое. Статические данные показывают, что в настоящее время на Земном шаре площадь леса составляет около 4 млрд га.

Территория Азербайджанской Республики расположена в восточной части Закавказья и включает области Большого и Малого Кавказа, Талышскую зону и Нахичеванскую Автономную Республику. На севере Азербайджан граничит с Дагестаном, на северо-западе – с Грузией, на юго-западе – с Арменией, на юге – с Ираном и Турцией, с востока омывается Каспийским морем.

Общая площадь республики 86,4 тыс. км<sup>2</sup>. Около 40 % земельной площади составляют равнины, остальные 60 % – предгорные и горные территории. Несмотря на небольшую площадь, республика обладает разнообразными природными условиями и богатыми естественными ресурсами.

Большой Кавказ в пределах Азербайджана тянется с северо-запада на юго-восток и делится на две части: узкую северо-западную и широкую юго-восточную.

Главный Кавказский хребет препятствует вторжению холодных северных ветров на территорию республики. По характеру почвообразовательного процесса местность между главным и боковым хребтами разбивают на участки: выше 3000 м, от 3000 до 2000 м, от 2000 до 1200 м.

Южный склон Большого Кавказа заканчивается со стороны Алазань-Агричайской долины, которая представляет собой образованную низкогорными хребтами систему предгорий, расположенных местами до 700–800 м над уровнем моря и занимающих площадь 646,5 тыс. га.

По водообеспеченности Большой Кавказ разделяют на южный и северо-восточный склоны главного Кавказского хребта и Гобустан. В высокогорной зоне южного склона модуль среднегодового стока составляет 45 л/с·км<sup>2</sup>, или 1500 мм. С понижением высоты местности при выходе рек на Алазань-Авторанскую долину модуль стока уменьшается до 150 мм.

Климат и географическое расположение влияют на изменение стока. На южном склоне на высоте 800–900 м наблюдается интенсивное ускорение стока, увеличение количества осадков способствует замедлению скорости стока.

Информация, полученная с помощью космических снимков, находит все более широкое применение при изучении природных ресурсов Земли. Ввиду многообразия видов и состояний земных образований, которые обнаруживаются при многозональной фотосъемке, требуется, чтобы получаемые в разных зонах спектра фотоснимки мало отличались в абсолютных и относительных спектральных яркостях. Эти различия позволяют определять по снимкам вид, состав, физические характеристики и биологические особенности исследуемых образований.

Космические снимки позволяют получать в видимой и ближайшей инфракрасной области спектра изображения, отличающиеся наиболее высокой точностью отображения форм и размеров земных образований.

Цель работы – показать целесообразность использования космической фотоинформации о Земле для решения широкого круга научных и прикладных задач, не требующих оперативного получения и использования данных.

**Материалы и методы исследования.** В 1976 г. с космического корабля «СОЮЗ-22» была осуществлена съемка территории Азербайджана многоканальным фотоаппаратом МКФ-6. Средняя спектральная чувствительность снимков составляла 480, 600, 660 и 720 нм.

Космические фотосъемки Земли сделаны с высоты 250–300 км (одновременно по всем каналам). При обработке снимков использовали пакеты прикладных программ FOTOTRAN, FOTOKLASS автоматизированной системы обработки космических снимков по отражательной способности.

В 2014 г. исследуемая территория была снята с искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Landsat-8» с помощью ГИС-технологии. После цифровой обработки снимков подготовлена карта растительности южного склона Большого Кавказа.

Цифровая обработка космических изображений была основана на алгоритме ISODATA. Вначале изображения обрабатывали и классифицировали с помощью программного обеспечения ERDAS, INAGINE, ENVI.

Методология обработки данных состояла в том, что процедуры геопривязки, исследования тестовых участков, классификационной обработки и векторизации результата производили при помощи комплекса ENVI 3.2. Дополнительно к этим процедурам проводили операцию маскирования (маску создавали в среде AZC Viem).

Вся исходная информация была сведена в единую картографическую проекцию.

**Результаты и их обсуждение.** Обработку космических изображений проводили в два этапа: на первом этапе получали сегменты исходного изображения на основе алгоритма выделения квазиоднородных образований. На втором этапе сегментированное изображения классифицировали с помощью одного из методов минимального расстояния (Нагиев, Азизов, Кулиев, 1988).

Ниже представлена карта растительности южного склона Большого Кавказа, составленная П. Ю. Нагиевом в масштабе 1:50 000 (рис. 1).

Многозональные космические снимки южного склона Большого Кавказа дают исключительно ценный материал для изучения и дальнейшего освоения его растительного покрова.

Как видно из карты растительности, на южном склоне Большого Кавказа встречаются 26 наименований растительных формаций. Большую площадь исследуемой территории занимают леса горные буковые, дубово-грабовые в сочетании с кустарниками, смешанные кустарники, плодовые сады, луга (субальпийское высокотравье), степи (бородавчатые и типчаково-ковыльно-бородав-

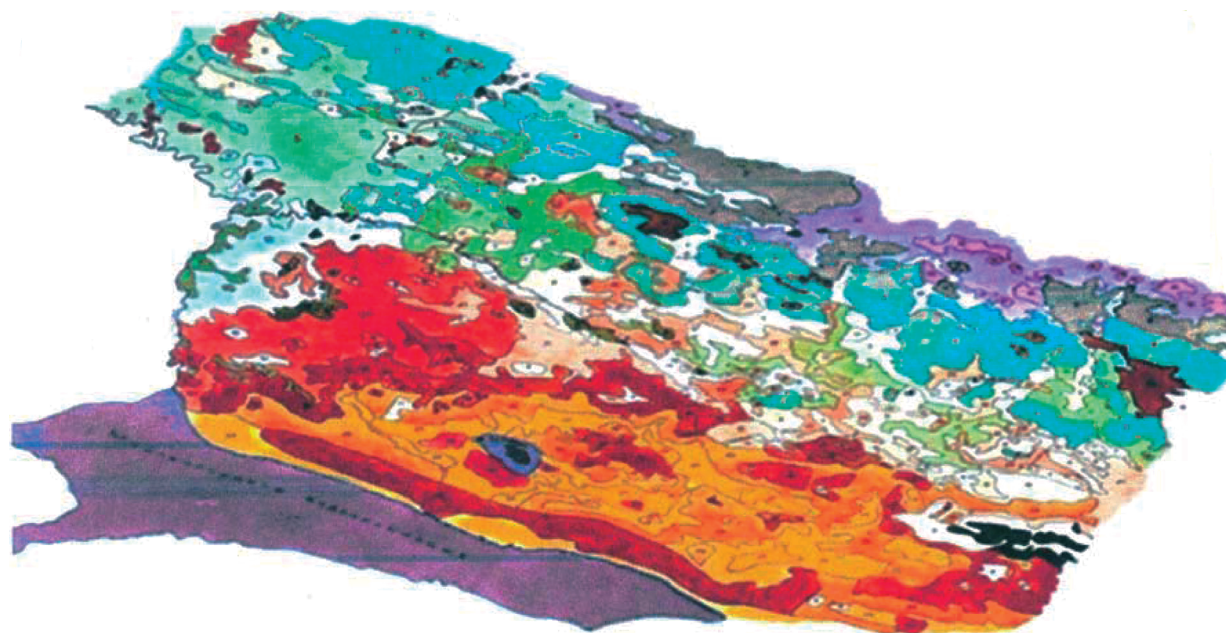


Рис. 1. Карта растительности южного склона Большого Кавказа, составленная после цифровой обработки снимков, полученных с аппарата «СОЮЗ-22» (1976 г.)

Fig. 1. Map of the vegetation of the southern slope of the Greater Caucasus, compiled after digital processing of images obtained from the apparatus “SOYUZ-22” (1976)

чатые сухие степи, полынно-солянковые с преобладанием полынно-душистой, вереск солянки) (Л. И. Прилипко, 1954). Ниже представлено краткое описание растительных формаций, распространенных на южном склоне Большого Кавказа.

**Леса.** *Горные буковые леса* с преобладанием бука восточного (*Fagus oriyntalis*) на исследуемой территории являются самыми распространенными. Буковые леса в высотном направлении следуют за дубовыми и дубово-грабовыми лесами. Начиная с высоты 900 м они достигают верхней опушки леса (1800–2000 м над уровнем моря), а местами поднимаются и выше (до 2200–2300 м). В очень редких случаях в силу особых местных условий наблюдается выход буковых лесов на Алазань-Агричайскую долину.

*Горные дубовые леса.* На южном склоне Большого Кавказа дубовые леса распространены к нижнему и верхнему горным поясам. В пределах одного высотного пояса дубовые леса занимают склоны нижних экспозиций. Дубы, образующие горные леса, представлены следующими формациями: в нижнем горном поясе – дубом иберийским, или грузинским (*Quercus iberica*), в верхнем горном поясе – дубом восточным (*Quercus macranthera*).

*Грабовые леса.* На исследуемой территории грабовые леса распространены на всех горных массивах и в Алазань-Агричайской долине. По вертикали грабовые леса поднимаются до 1800–2000 м над уровнем моря и встречаются на различных по крутизне склонах всех экспозиций. Все грабовые леса на южном склоне Большого Кавказа представлены одним видом граба кавказского (*Carpinus caucasian*), отличающегося значительным разнообразием форм.

**Луга.** Луговая растительность территории южного склона Большого Кавказа распространена в полосе от 2400 до 3000 м над уровнем моря, а местами начинается ниже и поднимается выше. Развивается в условиях сурового, холодного климата с сухой или влажной зимой.

**Степи.** Среднегорные степи, преимущественно злаково-разнотравные и разнотравные, по мере снижения местности переходят в более ксерофильные степи нижнего горного пояса и предгорий с явным преобладанием ксероморфных злаков. Еще ниже в предгорьях и низкогорьях злаковые степи сменяются наиболее сухими вариантами степей – полынно-бородавчатыми, полынно-типчачковыми и полынно-пырейно-житняковыми.

В результате цифровой обработки снимков, полученных с ИСЗ “Landsat-8” в 2014 г., составлена карта растительности южного Склона Большого Кавказа в масштабе 1:50 000, позволяющая повысить точность распознавания растительных формаций (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что на исследуемой территории под влиянием антропогенного фактора произошли значительные изменения в растительных формациях южного склона Большого Кавказа (см. таблицу).

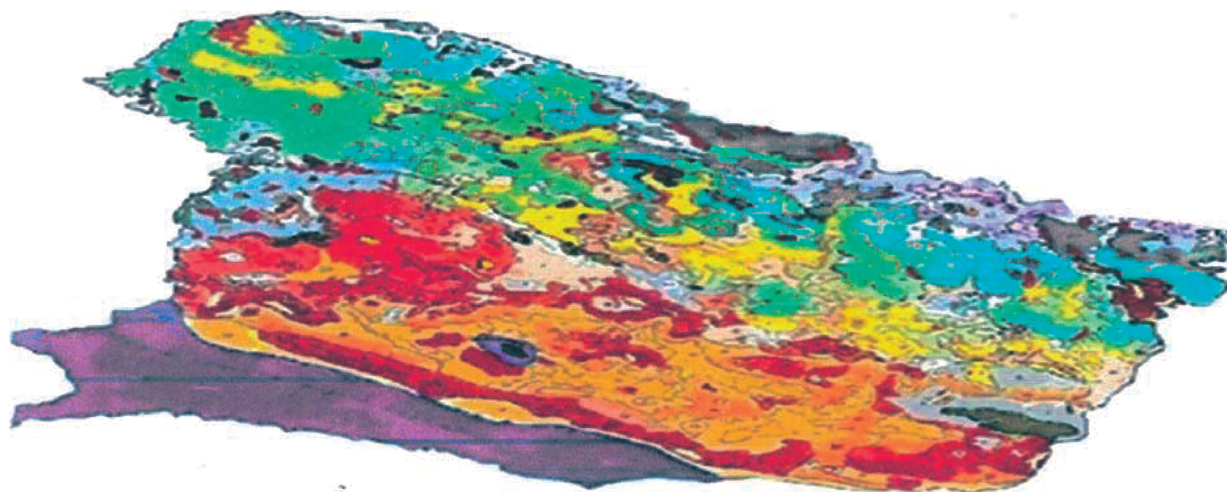


Рис. 2. Карта растительности южного склона Большого Кавказа, составленная после цифровой обработки снимков, полученных с искусственного спутника Земли “Landsat-8” (2014 г.)

Fig. 2. Map of the vegetation of the southern slope of the Greater Caucasus, compiled after after digital processing of images obtained from the apparatus “Landsat-8” (2014)

**Изменение растительных формаций южного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджана)****Change in plant formations of the southern slope of Greater Caucasus (within Azerbaijan)**

Растительная формация	Площадь, тыс. га	
	1976	2014
Леса	282,6	252,8
Субальпийские луга	144,5	153,0
Горные луга	22,4	27,5
Степные и горные ксерофиты	186,5	200,2
Пустыни и полупустыни	10,5	13,2

Из таблицы видно, что в 1976 г. на исследуемой территории площадь лесов составляла 282,6 тыс. га, субальпийских лугов – 144,5, степных и горных ксерофитов – 186,8, горных лугов – 22,4, пустынь и полупустынь – 10,5 тыс. га (Мамедов, Асадов, 2014).

**Заключение.** После цифровой обработки МКФ-6 космических снимков, полученных с помощью ИСЗ «СОЮЗ-22» (1976 г.) и ИСЗ “Landsat-8” (2014 г.), составлены карты растительности южного склона Большого Кавказа. Согласно этим картам, в течение 38 лет в результате влияния антропогенного фактора площадь лесов уменьшилась на 29,8 тыс. га. За этот период площадь субальпийских лугов увеличилась на 8,5 тыс. га, горных лугов – на 4,7 тыс. га, а граница леса спустилась на 150–200 м.

Установлено, что в результате уменьшения лесных площадей усиливается процесс эрозии почв, увеличивается площадь луговой растительности, ственных и горных ксерофитов и пустынь и полупустынных растительных формаций (Nagiyeu, Geydarova, Ismailova, 2013). Таким образом, цифровая обработка космических изображений Земли дает возможность большого территориального охвата биологических образований, а представленный подход является относительно дешевым.

**Список использованных источников**

1. Нагиев, П. Ю. Цифровая обработка космической видеоинформации для картографирования почвенно-растительного покрова / П. Ю. Нагиев, Б. М. Азизов, И. В. Кулиев // Изв. высш. учеб. заведений. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1988. – № 5. – С. 128–135.
2. Прилипко Л. И. Лесная растительность Азербайджана / Л. И. Прилипко. – Баку : Изд-во Акад. наук Азерб. ССР, 1954. – 488 с.
3. Nagiyeu, P. Y. The influence of anthropogenic factor to plant formation changing of the north-west part of Azerbaijan / P. Y. Nagiyeu, R. M. Geydarova, S. M. Ismailova // European Science and Technology : materials of the V Intern. research and practice conf., Oct. 3rd–4th, 2013 : in 2 vol.– Munich, 2013. – Vol. I. – P. 16–21.
4. Mamedov, T. S. Ecology of plants / T. S. Mamedov, G. G. Asadov. – Baku : Science, 2014. – 310 p.

**References**

1. Nagiyeu P. Y., Azizov B. M., Kuliev I. V. Digital processing of space video information for mapping soil and vegetation cover. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Seriya Geodeziya i aerofotos'yomka* [Proceedings of higher educational institutions. Geodesy and aerophotography series], 1988, no. 5, pp. 128–135 (in Russian).
2. Prilipko L. I. *Forest vegetation of Azerbaijan*. Baku, Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR Publ., 1954 (in Russian).
3. Nagiyeu, P. Y. The influence of anthropogenic factor to plant formation changing of the north-west part of Azerbaijan / P. Y. Nagiyeu, R. M. Geydarova, S. M. Ismailova // *European Science and Technology: Materials of the V International research and practice conference, October 3rd–4th, 2013*. Munich, 2013, vol. I, pp. 16–21.
4. Mamedov T. S., Asadov G. G. *Ecology of plants*. Baku, Science, 2014. 310 p.

**Информация об авторах**

Асадов Гусейнага Гасанович – профессор, заведующий лабораторией. Институт дендрологии НАН Азербайджана (ул. Есенина, 89, Az 1044, г. Баку, Республика Азербайджан).

**Information about the authors**

Huseynaga H. Asadov – Professor, Head of the Laboratory. Institute of Dendrology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (89, Yesenin Str., Az 1044, Baku, Republic of Azerbaijan).

*Новрузов Вагиф Магеррамович* – д-р философии по биол. наукам, доцент, заведующий лабораторией. Институт дендрологии НАН Азербайджана (ул. Есенина, 89, Az 1044, г. Баку, Республика Азербайджан).

*Ефендиев Пюнхан Магеррамович* – доцент, заведующий отделом. Бакинский государственный университет (г. Баку, Республика Азербайджан).

*Халилов Рашид Гамидович* – заведующий отделом. Институт дендрологии НАН Азербайджана (ул. Есенина, 89, Az 1044, г. Баку, Республика Азербайджан). E-mail: khalilovrashad@outlook.com.

*Насибов Искендер Мусаевич* – науч. сотрудник. Институт дендрологии НАН Азербайджана (ул. Есенина, 89, Az 1044, г. Баку, Республика Азербайджан).

*Нагиев Полад Юсифович* – доцент, заведующий лабораторией. Институт космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства (ул. Ахундова Сулеймана Сани, 1, AZ 1000, г. Баку, Республика Азербайджан).

*Vagif M. Novruzov* – D. Sc. (Philosophy on Biol.), Assistant Professor, Head of the Laboratory. Institute of Dendrology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (89, Yesenin Str., Az 1044, Baku, Republic of Azerbaijan).

*Punhan M. Efendiyev* – Assistant Professor, Head of the Department. Baku State University (Baku, Republic of Azerbaijan).

*Rashad H. Khalilov* – Head of International Relations Department Institute of Dendrology of National Academy of Sciences of Azerbaijan (89, Yesenin Str., Az 1044, Baku, Republic of Azerbaijan). E-mail: khalilovrashad@outlook.com.

*Isgender M. Nasibov* – Researcher. Institute of Dendrology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan (89, Yesenin Str., Az 1044, Baku, Republic of Azerbaijan).

*Polad Y. Nagiyev* – Assistant Professor, Head of the Laboratory. Institute of Cosmic Researches of Natural Resources of National Aero-Cosmic Agency (1, ul. Akhundova Suleimana Sani, AZ 1000, Baku, Republic of Azerbaijan).