
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРОВ ПОДМОСКОВЬЯ

А. Даббаг, А.Д. Жукова, Ю.В. Уланская

Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Песчаные карьеры являются техногенными формами рельефа, самостоятельное восстановление растительности на которых затруднено. Для восстановления на песчаном субстрате сомкнутого растительного покрова, препятствующего движению склонов, необходимо всестороннее изучение флоры и растительности песчаных карьеров. Нами были изучены склоны северной и южной экспозиции в Звенигородском и Дзержинском песчаных карьерах, имеющих возраст около 70 лет. В статье показано, что видовое разнообразие растений в песчаных карьерах Подмосковья выше на склонах южной экспозиции, притом что всего на обследованных участках было найдено 98 видов высших сосудистых растений. Число видов в данном случае определялось не плавным ходом развития ландшафта (в связи с тем, что вмешательство было грубым и имело техногенный характер), а сукцессионными сменами под влиянием экологических факторов, таких как крутизна склонов, освещенность, влажность и богатство почвы. Растительный покров обоих песчаных карьеров разрежен, проективное покрытие составило 20—30%, что в целом является типичным для песчаных ландшафтов. Мезофиты доминируют среди видов с высокой встречаемостью. В спектре жизненных форм, по К. Раункиеру, доминируют гемикриптофиты, высока доля терофитов. Можно отметить, что гемикриптофиты преобладают на северных склонах (на которых комплекс экологических факторов более близок к зональному) по сравнению с более жаркими и сухими южными склонами. В спектре жизненных форм, по И.Г. Серебрякову, преобладают многолетние травянистые поликарпики, среди которых велика доля стержнекорневых растений. Длиннокорневищные и короткокорневищные растения приурочены к рыхлым субстратам и легким почвам, хотя в целом и более пластичны к условиям обитания. Высокая доля стержнекорневых видов растений объясняется их приспособленностью к высокой инсоляции местообитаний и устойчивостью к засухе. Виды растений преимущественно относятся к луговой эколого-ценотической группе, однако значительна и доля сорных видов. Общность видов с границащими с карьерами фитоценозами отсутствует. Адвентивный компонент во флоре не выражен.

Ключевые слова: песчаные карьеры, псаммофиты, биоразнообразие, биоморфология, эколого-ценотические группы, жизненная форма, экспозиция склона

Песок, основные запасы которого приурочены к морено-ледниковым отложениям четвертичного периода, добывают открытым способом. После завершения работ карьеры должны подвергаться рекультивации: механическому профилированию и последующей фитомелиорации, однако в большинстве случаев растительность песчаных карьеров оставляют самовосстанавливаться [4]. Для более быстрой рекультивации и перспектив дальнейшего использования нарушенных земель (например, в рекреационных целях) важно изучить экологические особенности произрастания растительных сообществ в песчаных карьерах.

Песчаные карьеры являются необычными местообитаниями с большой выраженностью крутизны склонов и высокой подвижностью субстрата (рис. 1). Их растительность тоже своеобразна и может сравниваться с растительностью пу-

стынных областей. Подобную растительность, характерную для хорошо аэрированных, мелкоземистых субстратов с хорошим промывным режимом [11; 9] называют псаммофитной. Псаммофиты, таким образом, произрастают не только в пустынях [14; 15], но и на любых подвижных песчаных субстратах.



Рис. 1. Растительность на склоне Дзержинского песчаного карьера (видны оползающие слои песка) (фото Ю.В. Уланской)

Целью данного исследования было изучение экологических особенностей растительности песчаных карьеров (на примере двух карьеров Подмосковья).

Материалы для работы были собраны летом 2015 г. в ходе полевых исследований на территории двух песчаных карьеров Московской области (Звенигородского и Дзержинского песчаных карьеров). Наблюдения проводились в каждом карьере на склонах северной и южной экспозиции для последующего сравнения. Для изучения видового разнообразия производились геоботанические описания по стандартной методике на площади 5×5 м. Дополнительно производился маршрутный обход территории с составлением списка видов. Встречаемость видов определялась методом Л.Г. Раменского (50 бросков рамок Л.Г. Раменского в каждом фитоценозе). Для каждого вида растений устанавливались основные экологические и биоморфологические характеристики. Для определения коэффициента сходства флоры песчаных карьеров с граничащими фитоценозами применялся коэффициент Жаккара. Жизненные формы определены по системе К. Раункиера [16] и И.Г. Серебрякова [12]. Оценка экологических характеристик местообитаний проводилась с использованием экологических шкал Г. Элленберга (Ellenberg, по [10]). Эколого-ценотические группы определялись по М.В. Казаковой [7]. Названия растений приведены по определителю И.А. Губанова и др. [6].

Растительный покров обоих песчаных карьеров разрежен, проективное покрытие составило 20–30%, что в целом является типичным для песчаных ландшафтов. Число видов в данном случае определяется не плавным ходом развития ландшафта (в связи с произошедшим грубым техногенным вмешательством), а сукцессионными сменами под влиянием экологических факторов, таких как крутизна склонов, освещенность, влажность и богатство почвы.

Всего на обследованных участках карьеров было найдено 98 видов. Следует отметить, что на склонах южной экспозиции видовое разнообразие выше по сравнению со склонами северной экспозиции более чем в два раза (рис. 2, 3). Это может объясняться более контрастными условиями местообитания, когда широкий диапазон экологических факторов (освещенности, влажности почвы и т.д.) позволяет поселиться на южном склоне большему числу видов растений.

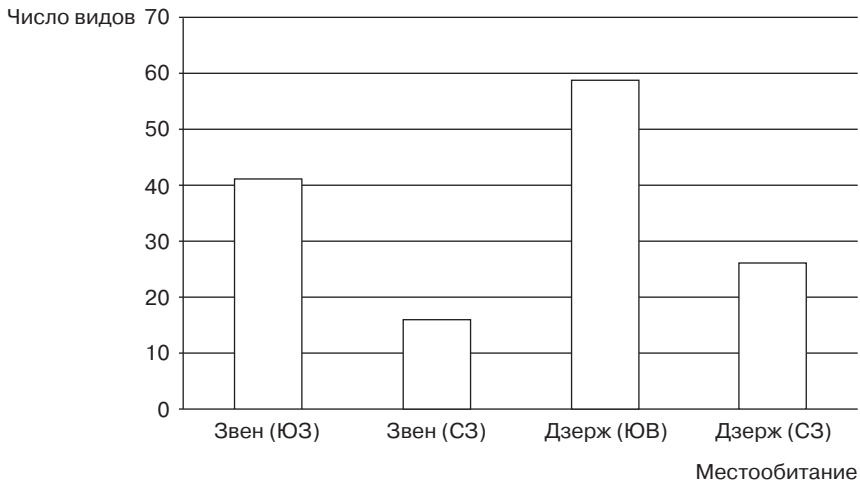


Рис. 2. Видовое разнообразие растений песчаных карьеров
 Условные обозначения: Звен — Звенигородский песчаный карьер;
 Дзерж — Дзержинский песчаный карьер; ЮЗ — склон юго-западной экспозиции;
 СЗ — склон северо-западной экспозиции; ЮВ — склон юго-восточной экспозиции

На склонах песчаных карьеров было обнаружено девять видов растений с высокой встречаемостью (более 30%). Встречаемость остальных растений была намного ниже (всего в результате исследования в пределы рамки Раменского попали 52 вида растений). Для южного склона Звенигородского карьера высокая встречаемость была отмечена, например, для золотарника канадского (*Solidago virgaurea*), полыни равнинной (*Artemisia campestris*), вейника наземного (*Calamagrostis epigeios*), а для Дзержинского карьера — для мятлика сплюснутого (*Poa compressa*). Общих видов растений с высокой встречаемостью для двух карьеров не было обнаружено, однако стоит отметить, что для Звенигородского карьера характерны общие виды для северного и южного склонов (вейник наземный и полынь равнинная).

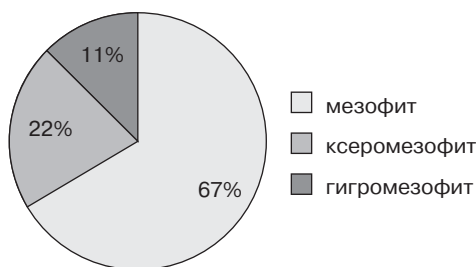


Рис. 3. Соотношение экологических групп растений по отношению к влажности для растений с высокой встречаемостью на песчаных карьерах

Среди растений с высокой встречаемостью подавляющее большинство — мезофиты, однако значительна доля ксеромезофитов, что полностью согласуется с данными для песчаных местообитаний. Псаммофиты по отношению к водному режиму почвы являются в основном ксерофитами [9; 2; 13], хотя в целом среди экобиоморф пустынных растений необходимо различать мезофитов, ксеромезофитов, мезоксерофитов, причем для псаммофитов наиболее характерными из перечисленных являются мезоксерофиты и ксеромезофиты [3]. По данным Х.Т. Гайрабекова и др. [5], доминируют гемиксерофиты (63%), тогда как склерофиты (23%), мезофиты (11%) и суккуленты (3%) встречаются гораздо реже. Е.В. Абакумов [1] отмечает, что по мере зарастания песчаного субстрата экобиоморфы могут меняться: с ксерофитного через ксерофитно-мезофитный к мезофитному типу. Согласно Н.Г. Коронатовой [8], при зарастании песчаных карьеров лугово-степные мезоксерофиты поселяются в верхних частях склонов, луговые и лесные мезофиты — в средних частях склонов, болотные мезогигрофиты и гигрофиты — возле водоемов. Чем старше карьер, тем меньше в нем доля сорных видов.

Гемикриптофиты являются типичной жизненной формой, преобладающей во всех фитоценозах Средней полосы России. В аридных зонах согласно К. Раункиеру должны доминировать терофиты (табл. 1).

Таблица 1

Спектры жизненных форм по К. Раункиеру для разных климатических зон

Область земного шара	Число принятых во внимание видов	Процент от общего числа исследованных видов				
		Ph	Ch	H	G	Th
Пустынная область (Ливийская пустыня) (Raunkiaer, 1905)	194	12	21	20	5	42
Нарат-Тюбинский хребет Предгорного Дагестана (Яровенко, 2007)	40	0	10	35	13	42
Песчаные карьеры Подмосковья (собственные исследования)	98	11	2	66	11	10
Костромская область (Raunkiaer, 1905)		7	4	51	20	18

Однако подобный расклад не подтверждается ни сравнением с другими пустынными областями по литературным данным, ни нашими наблюдениями (рис. 4).

И на северных, и на южных склонах карьеров доминируют гемикриптофиты, что является типичным для растительности Средней полосы России. Можно отметить преобладание гемикриптофитов на северных склонах (на которых комплекс экологических факторов более зонален) по сравнению с более жаркими и сухими южными склонами. При сравнении с пустынными областями можно отметить низкую долю терофитов. Доля геофитов, напротив, низка по сравнению с умеренной зоной. Можно отметить, что фанерофиты тяготеют к южным склонам. Согласно литературным данным на песках в целом доли древесно-кустарниковой растительности должны быть выше, однако в условиях Средней полосы России этого, конечно, не происходит.

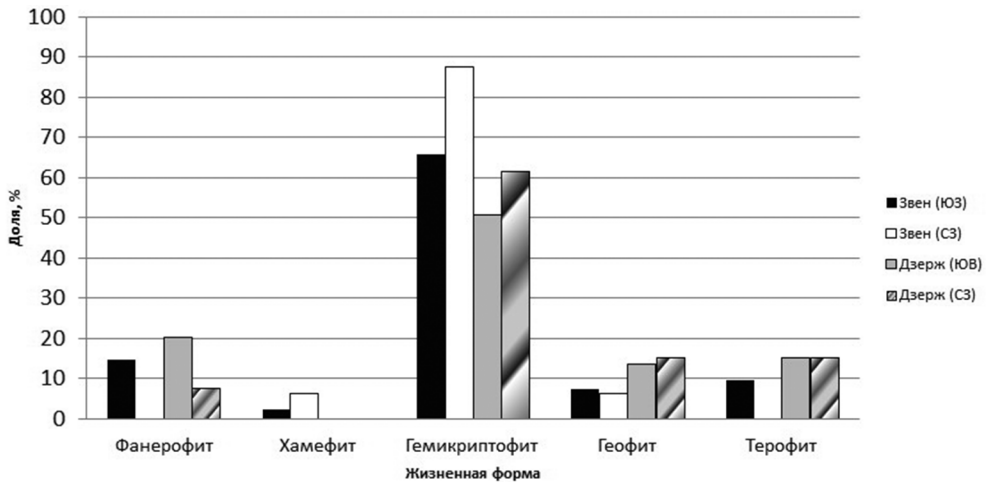


Рис. 4. Спектр жизненных форм растений песчаных карьеров по К. Раункиеру на склонах северной и южной экспозиции

Классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова, более проработанная и детальная по сравнению с классификацией К. Раункиера, позволяет провести подробный анализ влияния экологических факторов на растительное сообщество.

В спектре жизненных форм по И.Г. Серебрякову (рис. 5) для обоих карьеров было отмечено преобладание травянистых многолетних поликарпиков, среди которых очевидными доминантами являются длиннокорневищные, стержнекорневые и короткокорневищные растения. Необычна высокая доля стержнекорневых растений, что не характерно ни для лесных, ни для луговых, ни для пустынных фитоценозов. Длиннокорневищные и короткокорневищные растения тяготеют к рыхлым субстратам и легким почвам, хотя последние и более пластичны к условиям произрастания. Присутствие стержнекорневых растений связано с их приспособленностью к высокой инсоляции местообитаний и устойчивостью к засухе.

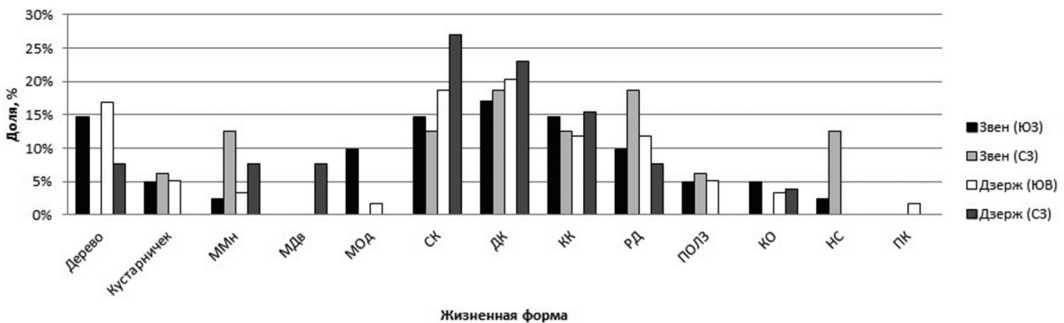


Рис. 5. Спектр жизненных форм растений песчаных карьеров по И.Г. Серебрякову на склонах северной и южной экспозиции
 Условные обозначения: травянистые монокарпики: Ммн — многолетний; Мдв — двулетний; МОд — однолетний; травянистые поликарпики: СК — стержнекорневой; ДК — длиннокорневищный; КК — короткокорневищный; РД — рыхлодерновинный; ПОЛЗ — ползучий; КО — корнеотпрысковый; НС — надземностолонный; ПК — полукустарничек

Среди представленных эколого-ценотических групп (рис. 6) преобладают луговые растения. Велика доля лесных видов, однако любопытно, что по видовому составу у этих видов нет общности с прилегающими фитоценозами (коэффициент Жаккара с прилегающими фитоценозами для обоих карьеров равен нулю). Присутствие сорных видов связано с нарушенностью местообитания в ходе добычи песка, а водно-болотные виды мигрируют на склоны с заболоченных низинных участков.

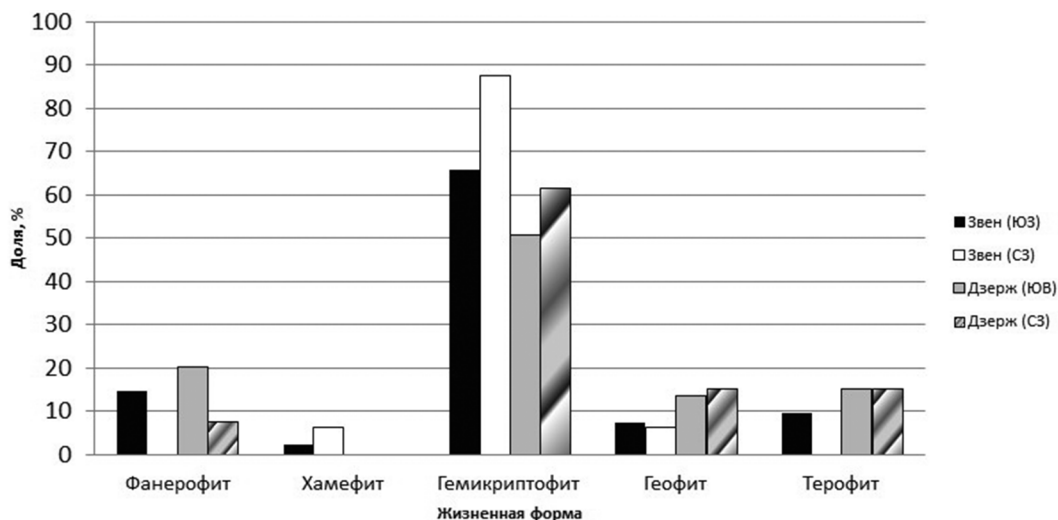


Рис. 6. Соотношение эколого-ценотических групп во флоре песчаных карьеров

Во флоре песчаных карьеров в целом преобладают аборигенные виды (93,5%). Среди адвентивных можно перечислить такие типичные виды, как клен американский (*Acer negundo*), недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*), ложная акация (*Robinia pseudoacacia*), бузина красная (*Sambucus racemosa*) и др.

Стоит отметить устойчивость растений, произрастающих на песчаных карьерах, к засыпанию песком. Они могут быстро образовывать придаточные корни и вегетативные побеги, после засыпания песком быстро трогаются в рост, обладают разветвленной или глубоко проникающей корневой системой, устойчивы к засухе и механическим повреждениям, могут улучшать свойства почвы, удерживая ее или обогащая листовым опадом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абакумов Е.В. Накопление и трансформация органического вещества на разновозрастных отвалах песчаного карьера // Почвоведение. 2008. № 8. С. 955—963.
- [2] Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений. М.: Академия, 2009. 400 с.
- [3] Быков Б.А. Основные экобиоморфы пустынных растений Туранской низменности (краткий обзор) // Эколого-физиологические исследования пустынных фитоценозов. Алма-Ата: Наука, 1987. С. 5—23.
- [4] Вагнер Б.Б., Манучаряц Б.О. Геология, рельеф и полезные ископаемые Московского региона. М.: МПГУ, 2003. 81 с.
- [5] Гайрабеков Х.Т., Мацаев С.Б., Героева М.В. Экологический анализ псаммофитов Терско-Кумской низменности // Вестник КрасГАУ, 2012. № 4. С. 128—133.

- [6] *Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н.* Определитель сосудистых растений центра европейской России. 2-е изд., дополн. и перераб. М.: Аргус, 1995. 560 с.
- [7] *Казакова М.В.* Флора Рязанской области. Рязань: Русское слово, 2004. 388 с.
- [8] *Коронатова Н.Г.* Развитие почвенно-растительного покрова на песчаных карьерах в Северной тайге Западной Сибири: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2004.
- [9] *Масленникова Л.А.* Псаммофильная флора Центральной части Приволжской возвышенности: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: 1999.
- [10] *Жмылёв П.Ю., Жмылёва А.П., Карпухина Е.А., Карпухина Е.В., Уланская Ю.В.* Определение условий среды по растительности (экологические шкалы и эколого-ценотические группы): учеб.-метод. пособие для студентов-экологов. М.: Энергия, 2013. 49 с.
- [11] *Петров М.П.* Пустыни земного шара. Л.: Наука, 1973. 435 с.
- [12] *Серебряков И.Г.* Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
- [13] *Харитонцев Б.С.* Некоторые вопросы происхождения псаммофитона России. Тобольск: ТГСПА, 2014. 116 с.
- [14] *Яровенко Е.В.* Галофиты и псаммофиты Нарат-Тюбинского хребта Предгорного Дагестана // Почвы аридных регионов, их динамика и продуктивность в условиях опустынивания. Мат-лы всерос. науч. конф. Махачкала: Наука, 2007. С. 116—120.
- [15] *Хассан М.* Песчаные дюны. [Mohammad Aydan Hasen ن.س.ح نادى ع دم ح م ا ن ا ب ن ا ف ل ا .] (на араб. языке) [Электрон. ресурс]. Сирия, 2010. URL: <http://gcb.gov.sy/ar/download/SandDunes.pdf>
- [16] *Raunkiaer C.* Types biologiques pour la geographie botanique. Oversigt over det Kgl. // Danske Videnskabernes Selsk. Forhandl. 1905. № 5.

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLANT COVER IN SAND PITS OF MOSCOW REGION

A. Dabbag, A.D. Zhukova, Yu.V. Ulanskaya

Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

Sand mining is used to extract sand through an open pit. After completion of mining activities sand pits usually undergo rehabilitation: firstly they are graded and then planted with trees and shrubs, but very often sand pits are abandoned to regenerate themselves. The sand pit becomes a source of dust and a hardly healed wound on the earth's surface. In order to provide an adequate revegetation on such substrates, it is necessary to study ecological peculiarities of growing plants in a very specific environment characterized by high stiffness of slopes and high mobility of the substrate. The vegetation of the sand pits is expected to have a xerophytic habitus and will be similar to desert plants, but that is not the case. The zonal component affects the habitus of the vegetation. However all plants of sand pits have characteristics of psammophytes directly or indirectly.

The flora and vegetation of Zvenigorodsky and Dzerzhinsky sand pits on the slopes of southern and northern exposures were studied during this work. It was found that the projective cover constitutes 20—30%. Species diversity is determined by the successions occurring spontaneously after a rough anthropogenic intervention, under the influence of such environmental factors as lighting, texture, moisture and richness of soil.

Exactly 98 species of plants were discovered, diversity on the southern slopes was more than twice as higher than on the northern ones. Mesophytes dominated among the plants with a high occurrence, but a lot of xeromesophytes were found as well. The dominance of therophytes in sand pits was not confirmed: the predominance of hemicryptophytes as in the Middle zone of Russia is identified. We can only note the predominance of hemicryptophytes on the northern slopes, as well as the migratio of phanerophytes to the southern slopes.

According to the classification of life forms by I. G. Serebryakov, sand slopes are dominated by herbaceous perennial polycarpics, among which long- and short rhizome plants and tap rooted plants are in majority. A significant proportion of tap rooted plants is due to their high degree of adaptation to strong light conditions and resistance to drought.

Dominant ecological-coenotic group is that of meadow plants. One should note the lack of affinity of sand pits species diversity with neighboring plant communities (coefficient of P. Jaccard is equal to zero). There are weed and wetland species that migrate on slopes from the bottom of the sand pits. The rate of adventive species is low.

Key words: sand pits, psammophytes, biodiversity, biomorfology, eco-coenotic groups, life forms, exposure of slopes

REFERENCES

- [1] *Abakumov E.V.* Nakoplenie i transformacija organicheskogo veshchestva na raznovozrastnyh otvalah peschanogo kar'era [The accumulation and transformation of organic matter on uneven piles of sand pits]. *Pochvovedenie [Pedology]*. 2008. №8. Pp. 955—963.
- [2] *Berezina N.A., Afanas'eva N.B.* Ekologija rastenij [Plant ecology]. M.: Publ. «Akademija» [M.: Publ. Academy], 2009. 400 p.
- [3] *Bykov B.A.* Osnovnye ekobiomorfy pustynnyh rastenij Turanskoj nizmennosti (kratkij obzor) [Main ecobiomorphs of Turan lowland's desert plants (an overview)]. *Ekologo-fiziologicheskie issledovaniya pustynnyh fitocenozov. Ecological and physiological studies of desert biocenoses* Alma-Ata: Nauka Publ. [Alma-Ata: Science, Publ.] 1987. Pp. 5—23.
- [4] *Vagner B.B., Manucharjanc B.O.* Geologija, rel'ef i poleznye iskopaemye Moskovskogo regiona [Geology, relief and mineral resources of the Moscow region]. M.: MPGU Publ., 2003. 81 p.
- [5] *Gajrabekov H.T., Macaev S.B., Geroeva M.V.* Ekologicheskij analiz psammofitov Tersko-Kumskoj nizmennosti [Ecological analysis of Terek-Kuma lowland's psammophytes]. *Vestnik KrasGAU. [Messenger KrasGAU]* 2012. № 4. Pp. 128—133.
- [6] *Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tihomirov V.N.* Opredelitel' sosudistyh rastenij centra evropejskoj Rossii [The vascular plants' guidebook of the center of the European part of Russia]. 2-e izd., dopoln. i pererab. M.: Argus, 1995. 560 p.
- [7] *Kazakova M.V.* Flora Rjazanskoj oblasti [The Flora of Ryazan' region]. Rjazan': Russkoe slovo [Ryazan: Russian words], 2004. 388 p.
- [8] *Koronatova N.G.* Razvitie pochvenno-rastitel'nogo pokrova na peschanyh kar'erah v Severnoj tajge Zapadnoj Sibiri [The development of soil and vegetation on the sand pits in the northern taiga of Western Siberia]. Dissertatsija na soisk. uch.step. k. b. n. Novosibirsk, 2004.
- [9] *Maslennikova L.A.* Psammofil'naja flora Central'noj chasti Privolzhskoj vozvyshehnosti [Psammophilous flora of the central part of the Volga Uplands]. M.: 1999.
- [10] *Zhmyljov P.Ju., Zhmyljova A.P., Karpukhina E.A., Karpukhina E.V., Ulanskaja Yu.V.* Opredelenie uslovij sredy po rastitel'nosti [Determination of environmental conditions by vegetation]. M.: Publ. «Energija» [Energy], 2013. 49 p.
- [11] *Petrov M.P.* Pustyni zemnogo shara [Deserts of the World]. L.: Nauka Publ. [Science Publ.], 1973. 435 p.
- [12] *Serebrjakov I.G.* Ekologicheskaja morfologija rastenij. Zhiznennye formy pokrytosemnyh i hvojnyh [Ecological plant morphology. Life forms of angiosperms and conifers]. M.: Publ. Vysshaja shkola [High school], 1962. 378 p.
- [13] *Haritoncev B.S.* Nekotorye voprosy proishozhdenija psammofitona Rossii [Some questions on origin of Russian psammophytes]. Tobol'sk: TGSPA, 2014. 116 p.

- [14] *Hasen M.* Sand dunes. [Mohammad Aydan Hasen ن.س ح نادى ع دم ح م.ة.ي ل م ر ل ا ن اب ث ك ل ا .] [Electronic resource]. Syria, 2010. URL: <http://gcb.gov.sy/ar/download/SandDunes.pdf> (in Arabe)
- [15] *Jarovenko E.V.* Galofity i psammofity Narat-Tjubinskogo hrebta Predgornogo Dagestana [Halophytes and psammophytes of Narat-Tyube ridge Foothill in Dagestan]. *Pochvy aridnyh regionov, ih dinamika i produktivnost' v uslovijah opustynivaniya*. Mat-ly vseros. nauch. konf. Mahachkala: Nauka [Science], 2007. Pp. 116—120.
- [16] *Raunkiaer C.* Types biologiques pour la geographie botanique. Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernes Selsk. Forhandl. 1905. № 5.