

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**Физико-математические науки**

**Механика**

**Теоретическая механика**

**Бондаренко Н.И., Обносов К.Б. (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет))**

*К вопросу о влиянии теоретической механики на развитие прикладных технических дисциплин и техники* ..... 15

**Борисова В.А. (Президентский физико-математический лицей № 239, г. Санкт-Петербург)**

*Математическое моделирование расположения блоков на дне водоема при фиксации мачты для вейк-борда* ..... 21

**Астрономия**

**Астрофизика и звездная астрономия**

**Иванов М.Б. (Московский политехнический университет)**

*Методика оценки тенденции изменения периодов долгопериодических переменных на примере мириды  $\chi$  Суг* ..... 25

**Химия**

**Физическая химия**

**Исламутдинова А.А. (Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке), Мухин А.С. (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ), Минибаев А.С., Карачевский Д.Ю., Тазетдинов А.Ш. (Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамаке)**

*Влияние СВЧ-нагрева в технологических процессах* ..... 29

**Биологические науки**

**Физико-химическая биология**

**Математическая биология, биоинформатика**

**Гайрабекова Т.И., Гайрабеков Р.Х. (Чеченский государственный университет)**

*Алгоритм прогнозирования динамики развития фасциолезной инвазии* ..... 31

**Общая биология**

**Ботаника**

**Валитова Л.А., Байшева Э.З., Кутуева А.Г. (Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук)**

*О распространении редкого вида мха *Dicranum dispersum* Engelmark на Южном Урале* ..... 35

**Путенихин В.П. (Башкирский государственный университет)**

*Лесотаксационная структура памятника природы «Сосновый бор у с. Кожай-Максимова» (Республика Башкортостан)* ..... 41

## Общая биология

### Ботаника

*Валитова Л.А., аспирант*

*Баишева Э.З., доктор биологических наук,  
главный научный сотрудник*

*Кутуева А.Г., аспирант*

*(Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение  
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук)*

DOI:10.25633/ETN.2020.10.04

### **О РАСПРОСТРАНЕНИИ РЕДКОГО ВИДА МХА *DICRANUM DISPERSUM* ENGELMARK НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

*Обсуждаются распространение и особенности экологии редкого вида мха *Dicranum dispersum* Engelmark на Южном Урале. Вид рекомендован к включению в новое издание Красной книги Республики Башкортостан.*

**Ключевые слова:** мхи, редкие виды, Красная книга, Южный Урал.

*Valitova L.A.*

*Baisheva E.Z.*

*Kutueva A.G.*

### **ON THE DISTRIBUTION OF THE RARE MOSS SPECIES *DICRANUM DISPERSUM* ENGELMARK IN THE SOUTHERN URALS**

*The distribution and ecology of rare moss species *Dicranum dispersum* Engelmark in the Southern Urals are discussed. The species is recommended to be included into the new edition of the Red Data Book of the Republic of Bashkortostan.*

**Keywords:** mosses, rare species, Red Data Book, Southern Urals.

В связи с подготовкой нового издания региональной Красной книги в Республике Башкортостан (РБ) проводятся исследования редких видов мохообразных. В последние годы появились новые данные о находках на территории РБ *Dicranum dispersum* Engelmark – редкого вида мха, внесенного в Красный список мохообразных Европы со статусом Endangered (вид, находящийся под угрозой исчезновения) [13]. Распространение этого вида в мире на настоящий момент изучено недостаточно хорошо, потому что он был описан относительно недавно [11]. Известно, что вид имеет дизъюнктивный ареал, его местонахождения выявлены в Центральной Европе (единичные находки на юго-западе Германии в горном массиве Швабский Альб, в горах Швейцарии и Франции), в Иране, Монголии и Китае. В России вид имеет рассеянное распространение, был найден на Кавказе, Южном Урале, в Западной Сибири (на Кузнецком Алатау), Якутии, Забайкальском крае, Республике Тыва, на Алтае, Камчатке, Курилах и в Приморском крае. Единичные находки имеются в Северной Америке на Аляске [1, 2, 6, 7, 9, 11, 16, 17, 20, 22 и др.].

Целью данной работы является обобщение информации о распространении и экологии *Dicranum dispersum* на Южном Урале, а также оценка целесообразности его включения в следующее издание Красной книги РБ.

### Материалы и методы

Определение видов мохообразных проводилось традиционным анатомо-морфологическим методом. Образцы хранятся в гербарии Уфимского Института биологии УФИЦ РАН (UFA). Номенклатура сосудистых растений дана в соответствии с базой данных The Plant List [21], названия мхов и печеночников по последней сводке для Европы [12].

Для характеристики условий местообитаний вида был проведен подсчет переменных окружающей среды с помощью ГИС-технологий. В качестве климатических переменных использован набор сеточных карт с разрешением 30" в системе координат WGS-84 (размер ячейки в области проведения исследований составляет в среднем 560 м с востока на запад и 920 м с севера на юг) из базы данных CHELSA [15].

### Результаты и их обсуждение

Первое указание *Dicranum dispersum* для РБ было в 2003 г. [6], позже были опубликованы сведения о находках вида на хребте Нурали [4], а также на хребте Куркак [3]. В результате брифлористических исследований последних лет было сделано еще несколько находок. В настоящее время для Южного Урала вид известен из следующих местонахождений:

I. Абзелиловский район. 4.5 км на ССВ от д. Муракаево. Хребет Куркак. Гора Куркак, урочище Манбатчура. На скальных выходах в березово-сосновом лесу близ вершины горы. Коллектор Баишева Э.З., определила Игнатова Е.А., дата сбора 18.07.2013. Координаты: 53.811056 с.ш., 58.725556 в.д., alt 720 м над ур.м. Сопутствующие виды: *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch., *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr, *Pseudoleskeella tectorum* (Funck ex Brid.) Kindb. ex Broth., *Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen.

II. Учалинский район. 2 км на СВ от Казаккулово. Вершина горы Сиялкыр. Остепненный участок с единичными листовенницами. Коллектор Баишева Э.З., определила Игнатова Е.А., дата сбора 15.07.2013. Координаты: 53.979583 с.ш., 58.806944 в.д., alt 648 м над ур. м. Сопутствующие виды: *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch.

III. Учалинский район. Хребет Нурали. 11 км на СЗ от д. Мулдакаево. На скальных выходах. Коллектор Мартыненко В.Б., определила Баишева Э.З., дата сбора 06.07.2014. Координаты: 54.81275 с.ш., 59.648028 в.д., alt 752 м над ур.м. Сопутствующие виды: *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch., *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra, *Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr. Также имеются литературные данные о находке вида в других частях хребта Нурали без точных геопривязок (Дьяченко, Стафеева, 2004).

IV. Ишимбайский район. 2.8 км на ССВ от д. Саргаево. Гора Илсанташ. Закустаренная степь с *Caragana frutex* (L.) K.Koch на вершине горы. Коллектор Валитова Л.А., определила Валитова Л.А., дата сбора 27.08.2020. Координаты: 53.712107N, 56.641068 E. Alt 383 м. Сопутствующие виды: *Tortella inclinata* (R.Hedw.) Limpr, *Flexitrichum flexicaule* (Schwägr.) Ignatov & Fedosov, *Schistidium submuticum* H.H.Blom, *Syntrichia montana* Nees, *Hedwigia emodica* Hampe ex Müll.Hal., *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp., *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm.

V. Бурзянский район. Правый берег р. Белая в 1 км выше по течению от д. Мурадымово. Известняковые скалы в сосново-липовом лесу. Коллектор Игнатова Е.А., определила Отнюкова Т.Н., дата сбора 10.09.1990. Координаты: 53.359269 с.ш., 57.507598 в.д., alt 400 м над ур.м. (данные сайта журнала Arctoa).

Образцы из пунктов I–IV хранятся в гербарии УИБ УФИЦ РАН (UFA), V – в гербарии ГБС РАН (МНА).

Анализ характеристик местообитаний *Dicranum dispersum* на Южном Урале показал, что для мест его произрастания характерны существенные перепады годовых и среднесуточных тем-

ператур, различия в годовой сумме осадков, режим выпадения которых может быть остро переменным и различаться почти в 10 раз (табл. 1). Расчеты проведены только для участков с точными геопривязанными данными.

Таблица 1

**Переменные окружающей среды участков, на которых отмечены популяции *Dicranum dispersum* на Южном Урале**

№ локалитета	I	II	III	IV
среднегодовая температура воздуха, °С	+1.5	+1.7	+0.9	+3.9
годовой диапазон температуры воздуха, °С	40.7	40.6	39.8	40.6
диапазон среднесуточных температур воздуха, °С	8.3	8.3	8.1	7.9
среднесуточная максимальная температура воздуха самого теплого месяца, °С	+22.3	+22.4	+21.2	+24.9
среднесуточная минимальная температура воздуха самого холодного месяца, °С	-18.5	-18.2	-18.5	-15.7
среднесуточная средняя температура января, °С	-15	-14.8	-15.3	-12.7
среднесуточная средняя температура июля, °С	+17.3	+17.5	+16.4	+19.9
годовая сумма осадков, мм	363	423	590	622
количество осадков самого влажного месяца, мм	65	79	107	72
количество осадков самого сухого месяца, мм	13	15	22	32

Номера локалитетов: I – Абзелиловский район, г. Куркак; II – Учалинский район, г. Сиялык; III – Учалинский район, хребет Нурали в 11 км на СЗ от д. Мулдакаево; IV – Ишимбайский район, г. Илсынташ

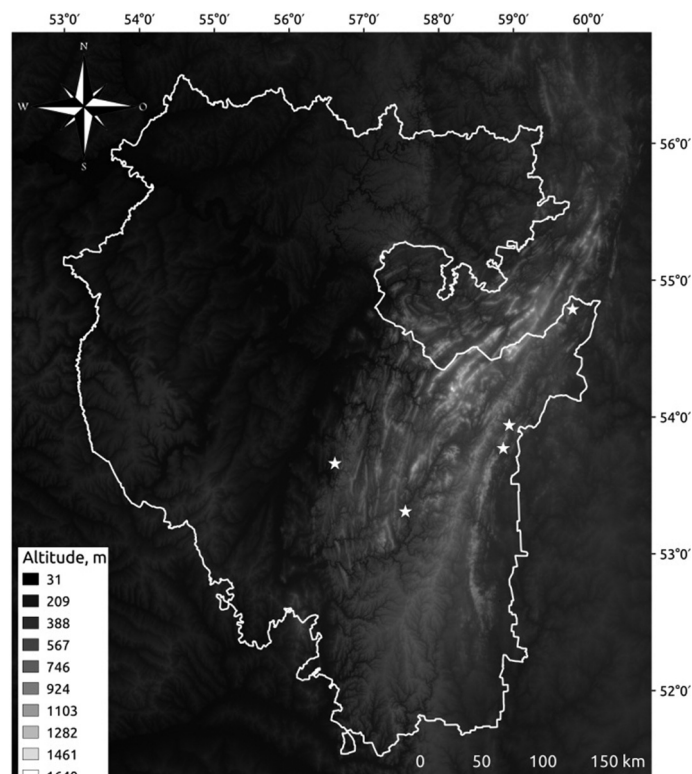
В Центральной Европе *Dicranum dispersum* выявлен на хорошо прогреваемых известняковых скальных выходах в окружении сосново-буковых лесов, горных лугов, кустарниковых сообществ. Сопутствующими видами являются *Hylocomiadelphus triquetrus* (Hedw.) Ochyra & Stebel, *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra, *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H.Rob., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. [16, 18].

На Кавказе вид встречается на каменистых субстратах в буковых, сосновых, сосново-березовых лесах, березовых редколесьях, кустарниковых сообществах, на субальпийских лугах, на открытых участках на вершинах гор [5, 8, 20]. В Сибири и на российском Дальнем Востоке вид отмечен на каменистых субстратах, реже – на почве и основании стволов в лиственничных, осиново-лиственничных, сосновых, березовых и пойменных лесах, редколесьях, на открытых каменистых склонах и вершинах гор, в шикшевой тундре. Отмечается, что в некоторых местах произрастания вид образует обширные дернины и формирует спорофиты [1, 7, 17, 19 и др.].

Местообитания *Dicranum dispersum* на Южном Урале связаны с горными ландшафтами (рис. 1). Как и в других частях ареала, вид предпочитает полузатененные и, в меньшей степени, открытые местообитания, растет на почве между камнями или на каменистых субстратах в сосново-липовых, сосново-березовых, лиственнично-сосново-березовых и лиственнично-березовых лесах, сосновом и лиственничном вейниковом редколесьях, в остепненных кустарниковых сообществах [3, 4].

Вид может быть отнесен к горно-лесостепному флористическому элементу, а на Урале, по всей вероятности, относится к группе скальных и горностепных реликтов горноазиатского происхождения. В РБ *Dicranum dispersum* имеет ограниченную способность к расселению (растения со спорофитами обнаружены не были, поэтому преобладает вегетативное размноже-

ние). Поэтому его можно считать видом-индикатором местообитаний, в которых сохранились плейстоценовые реликты азиатского происхождения. Это подтверждают и находки реликтовых сосудистых растений. Например, на горе Илисынташ это *Allium rubens* Schrad. ex Willd., *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Krasch., *Artemisia sericea* Weber ex Stechm., *Carex pediformis* C.A.Mey., *Scutellaria supina* L., *Sedum hybridum* L., на горе Куркак – *Allium obliquum* L., *Allium rubens* Schrad. ex Willd., *Linaria debilis* Kuprian., *Sedum hybridum* L., *Phlox sibirica* L., *Potentilla arenosa* (Turcz.) Juz., а также *Carex caucasica* Steven (плейстоценовый реликт с основным ареалом в Сибири и на Кавказе), и *Allium nutans* L. (казахстанско-западносибирский лесостепной вид, растущий на Урале на западной границе ареала), на горе Сиялкыр – *Sedum hybridum* L., *Allium rubens* Schrad. ex Willd., *Carex pediformis* C. A. Mey., *Orostachys spinosa* (L.) Sweet, *Potentilla sericea* L., *Scutellaria supina* L.



**Рис. 1.** Карта-схема распространения *Dicranum dispersum* на Южном Урале

Для объективной оценки рисков исчезновения отдельных видов и угроз региональному и глобальному биоразнообразию Международным союзом охраны природы (МСОП, IUCN) разработана специальная система критериев для оценки видов, в которой учитывается информация о размере популяции, тенденциях сокращения численности, качестве среды обитания, характере и масштабах угроз и др. Для каждого показателя указаны количественные пороговые значения [14].

Применение данной системы критериев для мохообразных имеет специфику, связанную с особенностями морфологии и биологии видов, в частности, со сложностью подсчета отдельных растений и, соответственно, определения размеров популяции. Кроме того, значительное количество видов мохообразных на основной части ареала размножается только вегетативно, поэтому встают вопросы, что считать индивидуумом при определении размера популяции и как определять продолжительность жизни организма. В рекомендациях по применению критериев IUCN для оценки мохообразных [10] указано, что только для небольшого количества видов можно осуществить непосредственный подсчет зрелых особей для определения размера популяции. Это подходит, например, для видов, имеющих подушковидную форму роста (представи-

телей родов *Ulota* D.Mohr, *Grimmia* M.Fleisch. и др.) или некоторых слоевищных печеночников. Для остальных видов при оценке размера популяции вместо термина «зрелая особь» рекомендуется использовать понятие индивидуум-эквивалент (individual-equivalent). Для напочвенных или растущих на скалах видов количество индивидуум-эквивалентов равно количеству квадратных метров, на которых отмечен вид (вне зависимости от того, будет ли на 1 м<sup>2</sup> произрастать одиночная дернинка или проективное покрытие будет значительным). Для эпилитов, растущих на камнях, индивидуум-эквивалент – это валун или другой отдельно лежащий камень, на котором растет вид. Для эпифитов в качестве индивидуум-эквивалентов рассматриваются отдельные деревья или кустарники, для эпиксильных видов – количество гнилых бревен или пней, на которых вид выявлен [10].

Основанием для отнесения *Dicranum dispersum* к категории видов, находящихся под угрозой исчезновения (En) в Красном списке мохообразных Европы [13], стал критерий D, который применим к популяциям с очень низкой численностью или занимаемой площадью (very small or restricted population). Общий размер пан-Европейской популяции вида был оценен, как не превышающий 250 индивидуум-эквивалентов [18].

В обследованных авторами южно-уральских местообитаниях вида площадь участков, на которых были отмечены дернинки *Dicranum dispesum*, не превышала 5–10 м<sup>2</sup>. Только на вершине горы Илисынташ популяция была несколько больше и составляла около 50 м<sup>2</sup>.

На основании проведенных исследований данный вид может быть рекомендован в качестве кандидата для включения в следующее издание Красной книги РБ. В настоящее время охрана вида осуществляется только на территории памятника природы «Гора Куркак хребта Куркак» [3]. К факторам, представляющим возможную угрозу для его местообитаний, можно отнести высокую пастбищную нагрузку на вершинах остепненных склонов в Башкирском Зауралье.

### Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность А.А. Мулдашеву и Н.Н. Федорову за предоставленные материалы о распространении реликтовых видов сосудистых растений в РБ и подсчет переменных среды в местообитаниях вида.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-04-00641.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Афонина О.М., Чернядьева И.В., Игнатова Е.А., Мамонтов Ю.С. Мхи Забайкальского края. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – 301 с.
2. Афонина О.М. К флоре мхов Бурятии. // Новости систематики низших растений. 2008, т. 42. – С. 225–234.
3. Баишева Э.З., Игнатова Е.А., Габитова С.М. Бриофлора памятника природы «Гора Куркак» (Южный Урал). // Известия Самарского научного центра РАН. 2014, т. 16, № 1 (4). – С. 1193–1196.
4. Дьяченко А.П., Стафеева Н.А. Бриофлора хребта Нурали (Башкирское Зауралье). // Исследования природных и социально-экономических систем Урала. Материалы научно-исследовательских работ преподавателей, аспирантов и студентов географо-биологического факультета. – Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2004. – С. 6–11.
5. Дорошина Г.Я., Шильников Д.С. Новые находки мхов в Карачаево-Черкесской Республике. 3. // Arctoa. 2011, Vol.20. – P. 257–258.
6. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. – М.: КМК, 2003. – С. 1–608.
7. Чернядьева И.В. Мхи полуострова Камчатка. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. – 459 с.
8. Abakarova A.S., Fedosov V.E., Doroshina G.Ya. Mosses of Tsudakhar (Dagestan, Caucasus). // Arctoa. 2015, Vol. 24. – P. 536–540.

9. *Afonina O.M., Breen A.* *Dicranum dispersum* (Dicranaceae) and *Sciuro-hypnum ornellanum* (Brachytheciaceae), new to North America. // *The Bryologist*. 2009, Vol. 112, No. 2. – P. 268–272.
10. *Bergamini A., Bisang I., Hodgetts N., Lockhart N., van Rooy J., Hallingbäck T.* Recommendations for the use of critical terms when applying IUCN red-listing criteria to bryophytes. // *Lindbergia*. 2019, No. 1. – P. 1–6.
11. *Engelmark T.-B.* *Dicranum dispersum* spec. nov. (Dicranaceae: Bryopsida: Bryophyta). // *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie A (Biologie)*. 1999, Vol. 592. – P. 1–8.
12. *Hodgetts N.G., Söderström L., Blockeel T.L. et al.* An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. // *Journal of Bryology*. 2020, Vol. 42, No. 1. – P. 1–116.
13. *Hodgetts N., Cáliz M., Englefeld E. et al.* A miniature world in decline: European Red List of Mosses, Liverworts and Hornworts. – Brussels: IUCN, 2019. – 87 pp.
14. IUCN 2012. IUCN Red List categories and criteria, ver. 3.1, 2nd edn. Available at: <https://www.iucn.org/content/iucn-red-list-categories-and-criteria-version-31-second-edition>
15. *Karger D., Conrad O., Böhner J. et al.* Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. // *Scientific Data*. 2017, No. 4. Paper No. 170122.
16. *Nebel N., Philippi G.* (eds.) *Die Moose Baden-Württembergs*. Bd.1. – Stuttgart (Hohenheim): Ulmer. 2000. – 512 pp.
17. *Otnyukova T.N., Ochyra R.* On *Dicranum dispersum* Engelmark and *Dicranum orientale* Otnyukova. // *Arctoa*. 2003, Vol. 12. – P. 115–116.
18. *Schnyder N., Bisang I., Caspari S., Hedenäs L., Hodgetts N., Kiebacher T., Kučera J., Ștefănuț S., Vana J.* *Dicranum dispersum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T84740207A87735663. Available at: <https://www.iucnredlist.org/species/84740207/87735663>
19. *Sofronova E.V.* (ed.), *Afonina O.M., Bakalin V.A. et al.* New bryophyte records. 6. // *Arctoa*. 2016, Vol. 25, No. 1. – P. 183–228.
20. *Sofronova E.V.* (ed.), *Andrejeva E.N., Bakalin V.A. et al.* New bryophyte records. 8. // *Arctoa*. 2017, Vol. 26. – P. 105–125.
21. The Plant List (2013) Version 1.1. Available at: <http://www.theplantlist.org/>
22. *Tubanov D.Ya., Badmaeva N.K.* New moss records from China. 2. // *Arctoa*. 2012, Vol. 21. – P. 296.