

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

# **Проблемы изучения растительного покрова Сибири**

Труды VII Международной научной конференции,  
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова  
Томского государственного университета  
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

*(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)*

Томск  
Издательство ТГУ  
2020

## Молекулярно-филогенетический анализ семейства Cystopteridaceae Северной Азии на основе локусов хлоропластной ДНК

Д.О. Улько<sup>1</sup>, И.И. Гуреева<sup>1,2</sup>, Р.С. Романец<sup>1</sup>, А.А. Кузнецов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия; gureyeva@yandex.ru, ulko.den@gmail.com

<sup>2</sup> Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, Томск, Россия

**Аннотация.** Приводятся результаты молекулярно-филогенетических исследований, основанных на секвенировании гена *matK* и межгенного спейсера *trnG-R* хлоропластной ДНК и анализе комбинированных данных нуклеотидных последовательностей этих локусов представителей семейства Cystopteridaceae Северной Азии. В роде *Gymnocarpium* выделена *dryopteris*-клада, включающая вид без железистого опушения вайй – *Gymnocarpium dryopteris*; виды, имеющие железисто-опушенные вайи образуют *robertianum*-кладу, включающую *G. robertianum* и *G. fedtschenkoanum*, и 2 субклады, включающие *G. continentale*, *G. jessoense* и *G. tenuipes*. В роде *Cystopteris* анализ подтвердил обособленность *C. montana* от остальных видов рода и обособленность *C. sudetica* от *C. fragilis*-комплекса, что свидетельствует в пользу выделения монотипного рода *Rhizomatopteris*, включающего только *Rh. montana* ( $\equiv$  *Cystopteris montana*), и позволяет признать выделение секции *Khokhrjakovia* (с *C. sudetica*) в пределах рода *Cystopteris*. Виды типового подрода *Cystopteris* (*Cystopteris fragilis*-комплекс) с помощью такого анализа разделить не удалось.

**Ключевые слова:** папоротники, молекулярная филогения, хлоропластная ДНК, *Cystopteris*, *Gymnocarpium*, *Rhizomatopteris*.

## Molecular-phylogenetic analysis of the Cystopteridaceae family from North Asia based on plastid DNA loci

D.O. Ulko<sup>1</sup>, I.I. Gureyeva<sup>1,2</sup>, R.S. Romanets<sup>1</sup>, A.A. Kuznetsov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation; gureyeva@yandex.ru, ulko.den@gmail.com

<sup>2</sup> Tomsk Oil and Gas Design and Research Institute, Tomsk, Russia; gureyeva@yandex.ru

**Abstract.** The results of molecular phylogenetic studies based on the sequencing of *matK* gene and *trnG-R* intergenic spacer of the chloroplast DNA and analysis of the concatenated data of these loci of North Asian representatives of the Cystopteridaceae family are presented. In the genus *Gymnocarpium*, a *dryopteris*-clade was distinguished including species without glandular pubescence of fronds – *Gymnocarpium dryopteris*. Species having glandular pubescent fronds have formed the *robertianum*-clade (*G. robertianum* and *G. fedtschenkoanum*), and 2 subclades, including *G. continentale*, *G. jessoense*, and *G. tenuipes*. In the genus *Cystopteris*, the analysis confirmed the separation of *C. montana* from other *Cystopteris* species, and the separation of *C. sudetica* from the *C. fragilis*-complex. This advocate the recognition of monotypic genus *Rhizomatopteris* including *Rh. montana* ( $\equiv$  *Cystopteris montana*), and allows to recognize the section *Khokhrjakovia* (with *C. sudetica*) within the genus *Cystopteris*. This analysis did not allow to separate the species of the type subgenus *Cystopteris* (*C. fragilis*-complex) from each other.

**Key words:** ferns, molecular phylogeny, chloroplast DNA, *Cystopteris*, *Gymnocarpium*, *Rhizomatopteris*.

В настоящее время выделение семейства Cystopteridaceae (Payer) Schmakov в качестве самостоятельного (Шмаков, 2001; Christenhusz et al., 2011; Schuetzel et al., 2016) признано и подтверждено молекулярными исследованиями хлоропластной ДНК (Rothfels, 2012, 2013) в составе четырех родов *Acystopteris* Nakai, *Cystoathyrium* Ching, *Gymnocarpium* Newman и *Cystopteris* Bernh. Еще в 1985 г. А.П. Хохряков описал род *Rhizomatopteris* А.П. Khokhr., к которому отнес 2 вида – *Rh. montana* (Lam.) Khokhr. ( $\equiv$  *Cystopteris montana* (Lam.) Bernh. ex Desv.) и *Rh. sudetica* (A. Braun et Milde) А.П. Khokhr. ( $\equiv$  *C. sudetica* A. Braun et Milde), однако целесообразность выделения этого рода до сих пор остается дискуссионной. В разные годы с территории бывшего СССР описано 6 видов семейства, которые пока не вовлекались в глобальные молекулярно-филогенетические исследования, в том числе специально посвященные этому семейству (Rothfels et al., 2013, 2014): *Gymnocarpium continentale* (Petrov) Pojark. (Петров, 1930), *Cystopteris altajensis* Gureeva (Гуреева, 1985) и *C. gureevae* Stepanov (Степанов, 2015) из Сибири, *Gymnocarpium tenuipes* Pojark. ex Shmakov (Пояркова, 1950; Шмаков, 1995) и *Cystopteris almaatensis* Kotukh. (Котухов, 1966) из Казахстана и *Gymnocarpium fedtschenkoanum* Pojark. из Таджикистана (Пояркова, 1950). Ранее мы (Гуреева и др., 2019; Gureyeva et al., 2020) проанализировали образцы *Gymnocarpium* и *Cystopteris* (включая *Rhizomatopteris*) отдельно по локусам *matK* и *trnG-R* хлоропластной ДНК.

Целью настоящего исследования является молекулярно-филогенетический анализ семейства Cystopteridaceae на основе комбинированных последовательностей *matK+trnG-R* хлоропластной ДНК.

### Материалы и методы

Для выделения ДНК использованы высушенные в силикагеле образцы, собранные в основном авторами с 2015 по 2019 г. в России (Алтай, Саяны, Кузнецкий Алатау, Средне-Сибирское плато), Австрии

(горы Арльберг), Таджикистане (Памир), США (Виргиния). Образцы 2 видов присланы М. Нобисом (Польша) и Н. McNaffie (Великобритания), некоторые образцы отобраны в Гербарии ТГУ. ДНК выделяли по протоколу производителя наборов для выделения ДНК (Барнаул) или стандартным СТАВ методом (Rogers, Bendich, 1989). Качество и количество ДНК проверяли на спектрофотометре «Implen P330». Секвенирование локусов *matK* и *trnG-R* хлоропластной ДНК проводилось использованием праймеров, известных по литературным данным (Rothfels et al., 2013). ДНК всех образцов подготовлена к секвенированию в лаборатории структурного и молекулярного анализа растений ТГУ, секвенирование проводилось в ООО «Синтол» (Москва). Всего получено 100 нуклеотидных последовательностей (сиквенсов) 9 видов *Cystopteris*, включая *Rhizomatopteris*, – 60 сиквенсов, 6 видов *Gymnocarpium* – 40 сиквенсов (список исследованных образцов в конце статьи). Полученные данные о последовательностях исследуемых локусов выравнивались с применением алгоритма MUSCULE, филограммы построены методами Maximum Likelihood (ML) и MrBayes: ML в пакете программ для обработки молекулярных данных MEGA X (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) (Kumar et al., 2015); байесовский анализ осуществлён в программе MrBayes 3.2.6 с учётом наилучшей модели нуклеотидных замен, протестированной в jModelTest 2.1.10. Здесь приводится филограмма, построенная по методу ML (рис. 1).

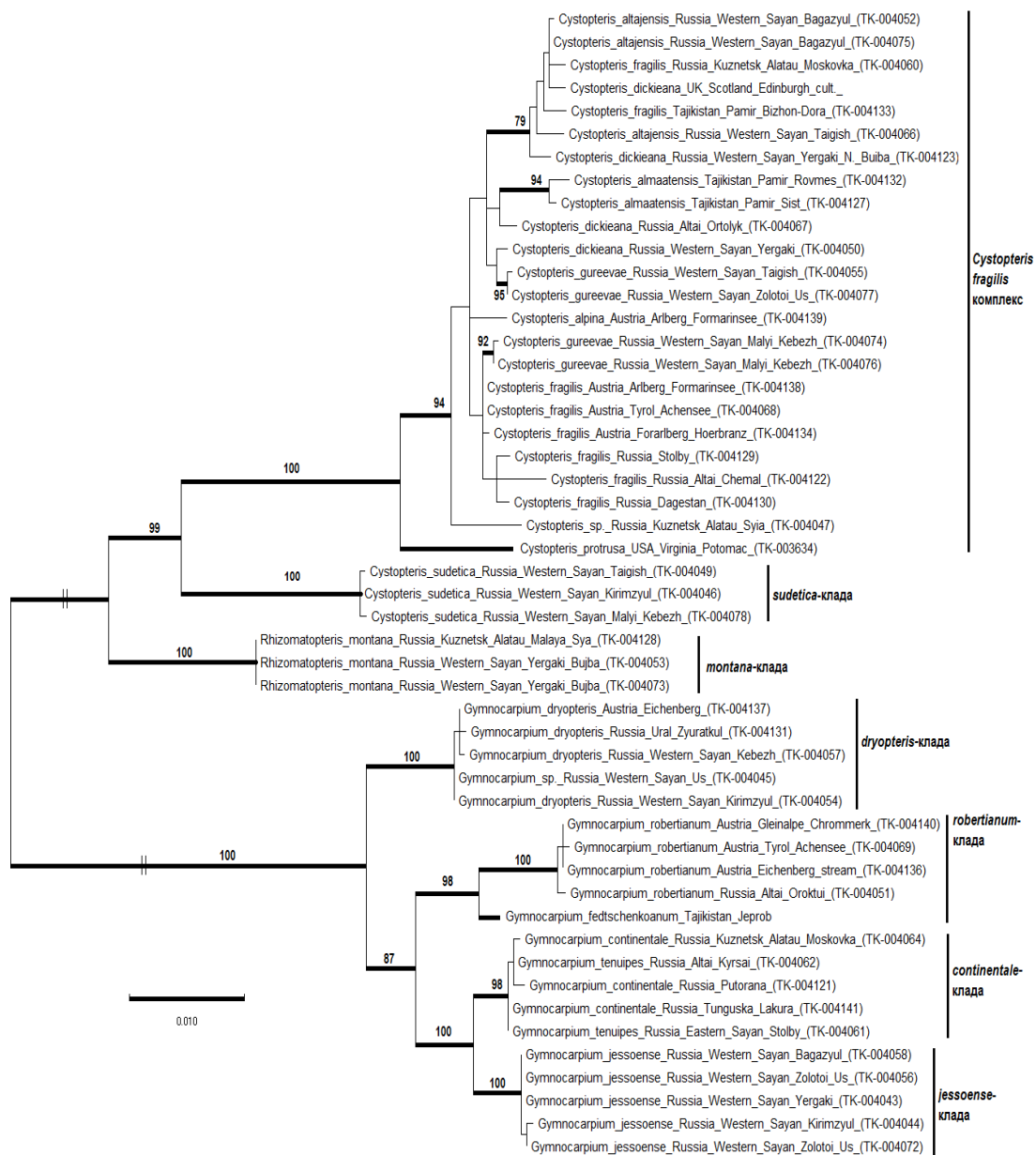


Рис. 1. Филограмма семейства Cystopteridaceae, построенная на основе объединенных сиквенсов гена *matK* и межгенного спейсера *trnG-R* хлоропластной ДНК методом Maximum Likelihood (ML).  
Примечание. Над ветвями указаны значения бутструп-поддержки в %, утолщенными линиями показаны ветви с бутструп-поддержкой более 70 %

## Результаты и обсуждение

В филограммах, построенных по объединенным сиквенсам *matK* и *trnG-R* в основном достигнуто лучшее разрешение (рис. 1), чем отдельно по локусам *matK* (Гуреева и др., 2019) и *trnG-R* (Gureyeva et al., 2020).

В роде *Cystopteris* выделяется 3 хорошо поддержанные клады (бутстреп-поддержка 100 %): *montana*-клада, включающая *Cystopteris (Rhizomatopteris) montana*, *sudetica*-клада, включающая *C. sudetica*, и *Cystopteris fragilis*-комплекс, в который вошли виды, принадлежащие к подроду *Cystopteris*. *Montana*-клада занимает сестринское положение к остальному *Cystopteris*, *sudetica*-клада – к *C. fragilis*-комплексу. Подобная же топология *Cystopteris montana* и *C. sudetica* отмечается и в филограммах С. Rothfels с соавторами (2013, 2014). R.F. Blasdell (1964) объединял эти виды в один надвидовой таксон – описанную им секцию *Emarginatae* Blasdell; А.П. Хохряков (1985) включил оба вида в описанный им род *Rhizomatopteris* А.Р. Khokhr. А.И. Шмаков с соавторами (Shmakov, 2018) отнес оба вида к подроду *Emarginatae* (Blasdell) Shmakov, но к разным секциям – *Emarginatae (C. montana)* и *Khokhrjakovia (Tzvel.) Shmakov (C. sudetica)*. Как показано нами ранее (Gureyeva, Kuznetsov, 2015; Гуреева и др., 2018) по морфологическим, биоморфологическим и ультраструктурным признакам *C. montana* и *C. sudetica* имеют больше различий, чем сходства: их длинные плетевидные ризомы отличаются разным способом ветвления и нарастания – филлогенное ветвление с моноподиальным нарастанием у *C. montana* и акрогенное ветвление с моноподиально-дихотомическим нарастанием у *C. sudetica*; на базальном пере наибольшую длину у первого имеет базальное базископическое перышко, у второго – следующее за ним или третье от основания, скульптура периспория у первого образуется ширококоническими полыми сетчатыми структурами, у второго периспорий крупношиповатый. Опираясь не только на генетические, но и на хорошо выраженные фенетические различия, мы считаем возможным рассматривать *C. montana* в составе монотипного самостоятельного рода *Rhizomatopteris*, тем более что именно этот вид был избран А.П. Хохряковым (1985) типовым видом описанного им рода. *Cystopteris sudetica* возможно оставить в секции *Khokhrjakovia (Tzvel.) Shmakov*, описанной Н.Н. Цвелевым (2005) в пределах рода *Rhizomatopteris*, но переведенной А.И. Шмаковым с соавторами (Shmakov et al., 2018) в подрод *Emarginatae* рода *Cystopteris*.

Основное число видов *Cystopteris* принадлежит крупной кладе – *Cystopteris fragilis*-комплексу, формально эти виды относятся к типовому подроду *Cystopteris (sensu А.И. Шмаков)* (Шмаков, 2001; Shmakov et al., 2018). Как и в исследовании С. Rothfels с соавторами (2013), клада в целом не получила разрешения. В этой кладе апалачский диплоид *C. protrusa* занимает сестринское положение к крупной кладе, включающей все остальные исследованные виды. Клада разделяется с невысокой поддержкой на 2 неразрешенные субклады, одна из которых включает *C. altajensis*, *C. almaatensis*, *C. dickieana*, *C. fragilis* и *C. gureevae*, другая – только *C. fragilis* и *C. gureevae*.

*Cystopteris gureevae* – предполагаемый гексаплоид с шиповатыми спорами (Улько и др., 2017) в обеих субкладах образует конечные ветви, отделяющиеся с довольно высокой поддержкой (92 и 95 %). *Cystopteris altajensis* – гексаплоид ( $n = 126$ ) с шиповатыми спорами (Gureyeva, Kuznetsov, 2015; Gureyeva et al., 2017) группируется с *C. fragilis* и *C. dickieana* из разных географических пунктов, *C. almaatensis* – предполагаемый гексаплоид со складчатыми спорами (Gureyeva, Kuznetsov, 2015; Улько и др., 2017) – образует высоко поддержанную (94 %) конечную ветвь. Образец с неясным определением из Кузнецкого Алатау (Республика Хакасия, окр. пос. Сья) не объединился ни с одним из образцов разных видов. Такие растения были обнаружены еще в 1982 г., в 2016 г. сборы повторены на том же месте. От *C. fragilis* отличается более крупными размерами, яйцевидной в общем очертании пластинкой вайи; спорофиты образуют выполненные споры с шиповатым периспорием и гексаплоидным набором хромосом ( $n = 126$ ). Возможно, такие растения следует описать в качестве нового таксона. Европейский *C. alpina*, имеющий отчетливые отличия по морфологическим признакам, в филограмме характеризуется неясной топологией. Невозможность разделения видов *C. fragilis*-комплекса по локусам хлоропластной ДНК, которая наследуется по материнской линии, обусловлена, по-видимому, аллополиплоидией, характерной для семейства *Cystopteridaceae* в целом и в большой степени – для типового подрода рода *Cystopteris* (Rothfels et al., 2014).

## Заключение

Молекулярно-филогенетический анализ североазиатских представителей семейства *Cystopteridaceae*, основанный на секвенировании и анализе комбинированных (объединенных) последовательностей гена *matK* и межгенного спейсера *trnG-R* хлоропластной ДНК, показал более полные результаты для

*Gymnocarpium*, чем для *Cystopteris*. Филогения *Gymnocarpium* включает четыре хорошо поддерживаемых клады: *dryopteris*-кладу, *robertianum*-кладу, *continentale*-кладу и *jessoense*-кладу. Результаты подтверждают дивергенцию между видами с нежелезистыми и видами с железисто-опушенными вайями. Среди видов *Gymnocarpium* с железисто-опушенными вайями *robertianum*-клада является сестринской по отношению к другим «железистым» видам. *Gymnocarpium fedtschenkoanum* более близок к *G. robertianum*, чем к другим видам с железисто-опушенными вайями. Наши данные подтвердили признание *Gymnocarpium continentale* и *G. jessoense* отдельными видами и их более близкое родство между собой, чем между каждым из них и *G. robertianum*. Топология *G. tenuipes* осталась неопределенной. Среди видов *Cystopteris* наиболее определенное место на филограмме занимают *C. montana* и *C. sudetica*. Топология *C. montana* как сестринского по отношению к остальной части рода *Cystopteris*, а затем размещение *C. sudetica* как сестринского к *C. fragilis*-комплексу (подроду *Cystopteris*) не позволяет включить *C. montana* вместе с *C. sudetica* в один надвидовой таксон, но позволяет принять род *Rhizomatopteris* как отдельный монотипный род, содержащий единственный вид – *Rh. montana*. Взаимоотношения между таксонами *C. fragilis*-комплекса, включая описанные виды из бывшего СССР и современной России, остаются неопределенными, что может быть свидетельством их современного видообразования путем аллополиплоидии.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-34-00781 мол\_а).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гуреева И.И. Новый вид рода *Cystopteris* Bernh. из Южной Сибири // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 1985. № 87. С. 5–8.
- Гуреева И.И., Улько Д.О., Романец Р.С., Кузнецов А.А. Молекулярно-филогенетические исследования Cystopteridaceae Южной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : сборник научных статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции (Барнаул, 20–23 мая 2019 г.). Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2019. С. 16–21.
- Гуреева И.И., Улько Д.О., Кузнецов А.А. Биоморфологические и морфометрические признаки спорофитов в систематике папоротников семейства Cystopteridaceae // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2018. Вып. 19. С. 1–12. <https://doi.org/10.17581/bbgi1901>
- Котухов Ю.А. Новый вид рода *Cystopteris* Bernh. из Юго-Восточного Казахстана // Ботанические материалы Гербария института ботаники АН КазССР. Алма-Ата : Наука, 1966. Вып. 4. С. 27–30.
- Петров В.А. Флора Якутии. Л. : Изд-во АН СССР, 1930. Вып. 1. 221 с.
- Полякова А.В. Новый вид папоротника и вопрос о гималайском элементе в лесной реликтовой флоре Средней Азии // Сообщения таджикского филиала АН СССР. 1950. Т. 22, вып. 10. С. 9–13.
- Степанов Н.В. О трех новых видах сосудистых растений из Западного Саяна // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2015. № 111. С. 3–15.
- Улько Д.О., Гуреева И.И., Шмаков А.И., Романец Р.С. Морфология спор видов подрода *Cystopteris* (*Cystopteris* Bernh., Cystopteridaceae) // Turczaninowia. 2017. Т. 20, № 2. С. 5–15. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.2.1>
- Хохряков А.П. Дополнение (Описания новых растений) // Флора Магаданской области. М. : Наука, 1985. С. 347–348.
- Целев Н.Н. Краткий конспект сосудистых споровых растений Восточной Европы // Новости систематики высших растений. 2005. Т. 37. С. 7–32.
- Шмаков А.И. Конспект папоротников России // Turczaninowia. 2001. Т. 4, № 1–2. С. 36–72.
- Шмаков А.И. Конспект папоротников Алтая, Тянь-Шаня и Семиречья // Флора и растительность Алтая. 1995. Т. 1. С. 35–53.
- Blasdel R.F. A monographic study of the fern genus *Cystopteris* // Mem. Torrey Bot. Club. 1963. Vol. 21. P. 1–102.
- Christenhusz M.J.M., Zhang X.-C., Schneider H. A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns // Phytotaxa. 2011. Vol. 19. P. 7–54.
- Gureyeva I.I., Kuznetsov A.A. Spore morphology of the north Asian members of Cystopteridaceae // Grana. 2015. Vol. 54, No 3. P. 213–235. <https://doi.org/10.1080/00173134.2015.1048824>.
- Gureyeva I.I., Mitrenina E.Yu., Ulko D.O. Cystopteridaceae. In: Marhold K., Breitwieser I. IAPT/IOPB chromosome data 26 // Taxon. 2017. Vol. 66, No 6. P. 1489–1490 [print version]; P. E9–E10 [online version]. <https://doi.org/10.12705/666.30>
- Gureyeva I.I., Ulko D.O., Romanets R.S., Kuznetsov A.A. Phylogeny of the North Asian Cystopteridaceae (Polypodiopsida) based on *trnG-R* intergenic spacer // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10, No 2. P. 177–183. [https://doi.org/10.15421/2020\\_82](https://doi.org/10.15421/2020_82)
- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms // Molecular Biology and Evolution. 2018. Vol. 35. P. 1547–1549.
- Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from plant tissues // Plant Molecular Biology Manual. 1989. P. 73–83.
- Rothfels C.J., Johnson A.K., Windham M.D., Pryer K.M. Low-copy nuclear data confirm rampant allopolyploidy in the Cystopteridaceae (Polypodiales) // Taxon. 2014. Vol. 63, No 5. P. 1026–1036.
- Rothfels C.J., Sundue M.A., Kuo L.-Y., Larsson A., Kato M., Schuettpelz E., Pryer K.M. A revised family-level classification for eupolypod II ferns (Polypodiidae: Polypodiales) // Taxon. 2012. Vol. 61, No 3. P. 515–533.
- Rothfels C. J., Windham M. D., Pryer K. M. A plastid phylogeny of the cosmopolitan fern family Cystopteridaceae (Polypodiopsida) // Systematic Botany. 2013. Vol. 38, No 2. P. 295–306.
- Schuettpelz E., Schneider H., Smith A. R. et al. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns // Journal of Systematics and Evolution. 2016. Vol. 54, No 6. P. 563–603.
- Shmakov A.I., Batkin A.A., Vaganov A.V. Synopsis of the genus *Cystopteris* Bernh. (Cystopteridaceae) // Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Vol. 8, No 4. P. 290–297.

Исследованные образцы (в скобках приведены номера образцов в Гербарии Томского государственного университета (ТК): *Cystopteris almaatensis*: Tajikistan, Pamir, Sist, 11.08.2017, M. Olonova (TK-004127); Tajikistan, Pamir, Rovmes 17.08.2017, M. Olonova (TK-004132); *C. alpina*: Austria, Arlberg, Formarinsee, 25.08.2019. I. Gureyeva (TK-004139); *C. altajensis*: Russia, Western Sayan, Taigish, 15.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004066); Russia, Western Sayan, Bagazyul, 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004052, TK-004075); *C. dickieana*: Russia, Western Sayan, Yergaki, 17.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004050); Russia, Western Sayan, N. Buiba, 14.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004123); Russia, Altai, Ortolyk, 27.07.2014, A. Revushkin et al., (TK-004067); UK, Scotland, Edinburgh, H. McHaffie, cult.; *C. fragilis*: Austria, Forarlberg, Hoerbranz, 25.08.2019. I. Gureyeva (TK-004134); Austria, Tyrol, Achensee, 11.08.2013. I. Gureyeva (TK-004068); Austria, Arlberg, Formarinsee, 25.08.2019. I. Gureyeva (TK-004138); Tajikistan, Pamir, Bizhon-Dora, 08.08.2017. M. Olonova (TK-004133); Russia, Dagestan, 24.06.2018, I. Gureyeva (TK-004130); Russia, Stolby, 29.07.2016, V. Kurbatskiy (TK-004129); Russia, Altai, Chemal, 03.07.2006, I. Gureyeva (TK-004122); Russia, Kuznetsk Alatau, Moskovka, 20.07.2015, A. Ebel (TK-004060), Russia, Western Sayan, Yergaki, 14.07.2015, I. Gureyeva et al.; *C. gureevae*: Russia, Western Sayan, Taigish, 15.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004055); Russia, Western Sayan, Malyy Kebezh, 16.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004074; TK-004076); Russia, Western Sayan, Zolotoi Us, 17.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004077); *C. protrusa*: USA, Virginia, Potomac, 6.06.2015. I. Gureyeva (TK-003634); *C. sudetica*: Russia, Western Sayan, Taigish, 15.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004049); Russia, Western Sayan, Kirimzyul, 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004046); Russia, Western Sayan, Malyy Kebezh, 16.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004078); *Cystopteris sp.*: Russia, Kuznetsk Alatau, Syia, 24.06.2016, I. Gureyeva et al. (TK-004047); *Rhizomatopteris montana*: Russia, Western Sayan, Yergaki, Bujba, 14.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004053, TK-004073); Russia, Kuznetsk Alatau, Syia, 25.06.2016, I. Gureyeva et al. (TK-004128); *Gymnocarpium continentale*: Russia, Putorana, 21.07.2014, I. Volkova et al. (TK-004121); Russia, Tunguska, Lakura, 6.07.2014, Yu. Raikaya (TK-004141); Russia, Kuznetsk Alatau, Moskovka, 19.07.2015, A. Ebel (TK-004064); *G. dryopteris*: Russia, Western Sayan, Kebezh 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004057); Russia, Western Sayan, Kirimzyul, 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004054); Austria, Eichenberg, 24.08.2019, I.I. Gureyeva (TK-004137); Russia, Ural, Zyuratkul, 22.07.2018. D.S. Feoktistov (TK-004131); *G. fedtschenkoanum*: Tajikistan, Jeprob, M. Nobis; *G. jessoense*: Russia, Western Sayan, Yergaki, 14.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004043); Russia, Western Sayan, Kirimzyul, 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004044); Russia, Western Sayan, Zolotoi Us, 17.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004072, TK-004056); Russia, Western Sayan, Bagazyul, 13.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004058); *G. robertianum*: Russia, Altai, Oroktui, 03.07.2005, A. Pyak (TK-004051); Austria, Gleinalpe, Chrommerk, 11.07.2009, A. Shmakov et al. (TK-004140); Austria, Eichenberg, stream, 24.08.2019, I. Gureyeva (TK-004136); Austria, Tyrol, Achensee, 11.08.2013, I. Gureyeva (TK-004069); *G. tenuipes*: Russia, Altai, Kyrtsai, 07.2006. I. Gureyeva et al. (TK-004062); Russia, Eastern Sayan, Stolby, 28.07.2016, V. Kurbatskiy (TK-004061); *Gymnocarpium sp.*: Russia, Western Sayan, Us, 17.07.2015, I. Gureyeva et al. (TK-004045).