



## Руководство пользователя Базой данных изображений ЦКП "Гербарий ГБС РАН"

### 1. Введение

База данных изображений ЦКП "Гербарий ГБС РАН" представляет собой оцифрованные изображения гербарных образцов растений, полученные путем сканирования или фотографирования с помощью различных микроскопов: светового, в проходящем и отраженном свете, люминесцентного, сканирующего электронного, сканирующего лазерного конфокального.

Образцы, представленные в базе данных изображений, включены в основной гербарный фонд Гербария ГБС РАН (международный акроним МНА) и представлены в общих базах данных гербарных образцов Гербария ГБС РАН. Образцы Гербария ГБС РАН маркированы уникальным штрихкодом, состоящим из 10 знаков: акронима МНА и 7 цифр (МНАXXXXXX); что позволяет однозначно связывать образец с изображением.

Образцы, представленные в базе данных изображений Гербария ГБС РАН, разделены в настоящее время на два блока: 1) блок сосудистых растений (плауновидные, папоротниковидные, голосеменные и цветковые) и 2) блок мохообразных (мхи, печеночники и антоцеротовые).

### 2. Сосудистые растения

В открытом доступе в сети интернет материалы блока базы данных о сосудистых растениях Гербария ГБС РАН (изображения и метаданные о 145582 гербарных образцах) представлены на платформе депозитария МГУ для широкого круга пользователей по ссылке: [https://plant.depo.msu.ru/module/collectionpublic?openparams=\[open-id=130169625\]](https://plant.depo.msu.ru/module/collectionpublic?openparams=[open-id=130169625]) (рис.1), а также через международную платформу GBIF: <https://www.gbif.org/dataset/af5f680a-e0cc-46c8-b623-ccccab70aa9e>.

Рисунок 1. Страница образцов сосудистых растений коллекции Гербария ГБС РАН на платформе депозитария МГУ.

Акроним	М-ИА
ID коллекции	М-ИА
Название	Гербарий ГБС РАН
Тип	Гербарий
Тип 2	Растения
Описание	<p>Гербарные коллекции в ГБС начали накапливаться сразу же после образования сада, документируя флористические и интродукционные исследования, проводимые сотрудниками разных отделов. Однако первые годы он не имел ни помещения, ни какого-либо структурного оформления. Поэтому датой основания гербария ГБС принято считать 1958 г., когда после ввода в строй Лабораторного корпуса, для Гербария был выделен большой зал площадью 280 кв. м. Одновременно была собрана гербарная рабочая группа в составе 5 научных и 2 технических сотрудников отдела природной флоры, которую возглавил В.Н. Ворошилов.</p> <p>Начало быстрому росту гербария, включавшему тогда 6-ч. сборы В.Н. Ворошилова, Б.М. Кузькова и В.А. Штамма из Воронежской и Московской областей, было положено получением почти полного комплекта экзипат Санкт-Петербургского ботанического института (Гербарий флоры СССР), дублетов сборов Д.П. Савицкой из Московской области. Дальнейшие поступления были в основном связаны с экспедиционными поездками сотрудников сада за живым материалом для создаваемых экспозиций природной флоры СССР.</p> <p>С самого начала фонды гербария были разделены по географическому принципу на 8 разделов, аналогично коллекционным участкам отдела природной флоры, коллекции которых Гербарий был призван документировать.</p> <p>Это разделы: 1. Российского Дальнего Востока (без Колымы и Чукотки, которые отнесены к Сибири); 2. Сибири (включая Чукотку и Колыму, а также северный и центральный Казахстан, но исключая собственно Урал); 3. Средней Азии (включая южный Казахстан от Тарбагатай до южной Эмбы); 4. Европейской части бывшего СССР (кроме Крыма, но включая горный Урал); 5. Московской области; 6. Крыма; 7. Кавказа (включая равнинный Дагестан, Ставропольский и Краснодарский края); 8. Дальнего зарубежья (т.е. вне СССР).</p> <p>С 2017 года была начата оцифровка фондов гербария ГБС, которая интенсифицировалась с 2021 года благодаря закупке специальных гербарных сканеров по программе Минобрнауки поддержки ЦКП Гербарий ГБС РАН, 075-15-2021-678</p> <p>Подробности: Скорцов А.К., Беляева Н.Б. Гербарий Главного ботанического сада Российской академии наук. Москва, 2005. 46 с.</p> <p><a href="#">Дополнительные свойства</a></p>

Закупленная ГБС РАН на средства гранта Минобрнауки в конце 2023 года система хранения данных дает возможность разместить соответствующий объем данных (около 100 Tb), и позволит сделать доступным данный и создаваемый в дальнейшем контент на сайте ГБС РАН. <http://91.197.10.57:6378/herb/> (рис.2).

Рисунок 2. Страница образцов сосудистых растений коллекции Гербария ГБС РАН на сайте ГБС РАН.

Rumex stenophyllus Ledeb.	Rumex stenophyllus Ledeb.	Moscow	55.735986	37.467078		<a href="#">Файл с описанием</a>
Rumex stenophyllus Ledeb.	Rumex stenophyllus Ledeb.	Moscow	55.739167	37.833067		<a href="#">Файл с описанием</a>
Rumex stenophyllus Ledeb.	Rumex stenophyllus Ledeb.	Moscow	55.691048	37.735134		<a href="#">Файл с описанием</a>
Rumex stenophyllus Ledeb.	Rumex stenophyllus Ledeb.	Kalmykia	46.15	44.333333		<a href="#">Файл с описанием</a>

В просмотрщике размещены миниатюры сканов с высоким разрешением, 600 dpi для каждого образца, доступного для свободного скачивания.

### 3. Мохообразные

Для мелких растений, таких как мхи и печеночники, сканирование на 600 dpi мало информативно. В связи с этим иллюстрации их в базе данных изображений представлены фотографиями деталей строения, сделанными под микроскопом. В некоторых случаях дополнительно размещен общий вид растений в природе для тех образцов, которые были собраны, засушены, должным образом этикетированы и одобрены куратором соответствующего раздела гербария для размещения в основном фонде, а также занесены в базу данных.

Изображения, включенные в базу данных, как отсканированные, так и сделанные с помощью микроскопа, содержат размерные характеристики изучаемых объектов. Этот аспект особенно важен для мхов и печеночников, ключевые количественные признаки для определения которых измеряются в микронах. Соответственно, каждое изображение в блоке мхов и печеночников включает размер пикселя изображения в микронах. Масштабные линейки также сопровождают многие (в перспективе – подавляющее большинство) фотографии.

Политика отбора и представления в открытом доступе микрофотографий мхов и печеночников исходит из основного принципа формирования научной коллекции. Приоритет ее пополнения состоит в документировании исследований, принесших интересные научные результаты (описание новых видов, региональное разнообразие, морфология генетически различающихся линий, особенности онтогенеза и др.).

Гербарные образцы позволяют верифицировать опубликованные данные. При этом такую верификацию можно провести в настоящее время и дистанционно, с помощью интернет-ресурсов, если представленные в сети данные позволяют проверить не только внешнее сходство объектов и отдельные черты их морфологического строения, но и размерные характеристики, причем для мхов и печеночников это, в первую очередь, размеры слагающих их клеток. Собственно, повседневная работа специалистов включает многочисленные измерения, которые, однако, не документируются в полной мере. Препараты не сохраняют, оставляя немногие цифры, и теряют, таким образом, огромный пласт информации о наблюдаемом разнообразии клеточного строения, причем даже уже подготовленном сложным препарированием и, соответственно, пригодным для документирования цифровой фототехникой.

**Документировать каждый препарат, на основании изучения которого было принято какое-либо решение – вот основной принцип отбора образцов для пополнения базы изображений Гербария ГБС РАН.**

Представление в базе данных образцов без специального отбора, но с расширением таксономического разнообразия базы изображений, также ведется по мере возможности в стандартном режиме.

Документация изображений требует дополнительных усилий; в связи с этим особое внимание было уделено разработке алгоритма накопления изображений. Он состоит из следующих шагов:

1) фотографируемый образец аннотируется названием вида, штрихкодом образца и увеличением микроскопа – эти данные включены в название файла. Характеристика микроскопа не указывается – она добавляется автоматически (как правило, к одному компьютеру присоединено управление одним микроскопом). Опционально добавляются редкие варианты фотографирования с использованием конденсора темного поля, фазового контраста;

2) название файла, состоящее из вида+штрихкод+увеличение при фотографировании автоматически дополняется номером кадра, если один образец фотографируется на одном увеличении более одного раза;

3) далее содержание файла с изображением автоматически разносится по колонкам таблицы Excel (рис.3), после чего вручную добавляется краткая характеристика происхождения образца (страна или регион России по Флоре мхов России,

<http://arctoa.ru/Flora/regions.php>) и краткое описание (аббревиатура) той части растения, которая представлена на фотографии (рис.4). Список частей мхов основан на наиболее распространенных названиях, используемых в таксономических публикациях, флорах и при подготовке загрузочного файла, и доступен в шаблоне подготовки загрузочного файла, и на сайте <http://91.197.10.57:6378/herb/>. Два десятка наиболее часто используемых терминов, такие как лист, поперечный срез жилки, клетки средней части листа, клетки основания листа, вносятся 1-3-буквенной аббревиатурой, на чем, собственно, и заканчивается подготовка загрузочного эксель-файла, в котором остается только проверить значения, выставленные по умолчанию.

Рисунок 3. Автоматически заполняемая таблица Excel.

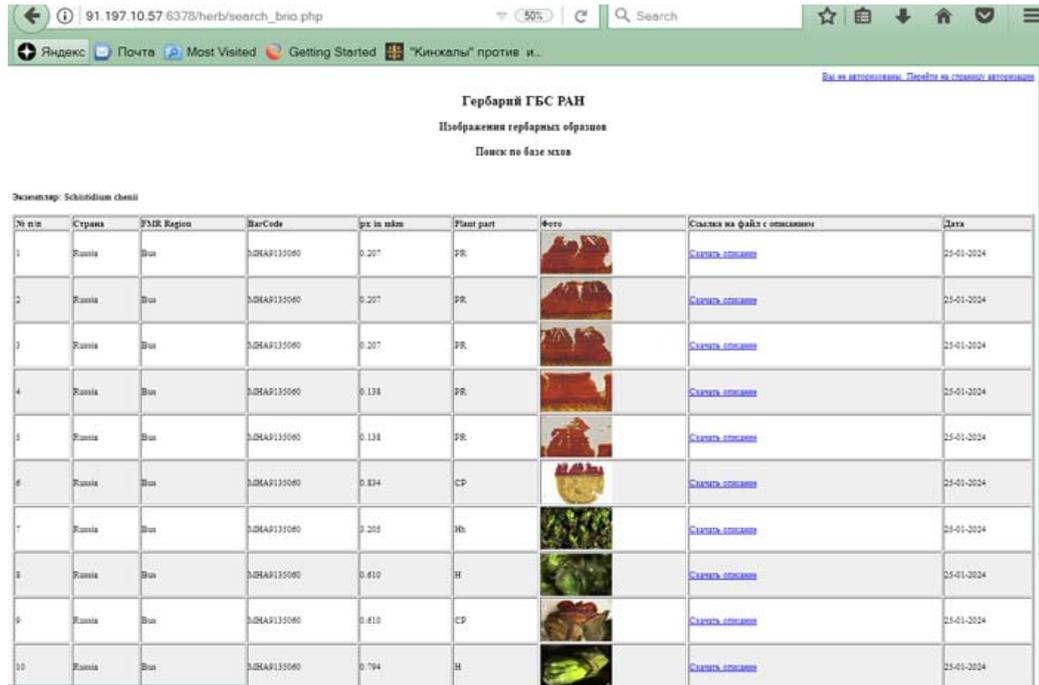
4	Рабочее место	Микроскоп/камера	Дополнительные обобенности съемки	Вид	Страна	Регион	Штрихкод образца
5	HERB_№	microscope	ImageType	Species	Country	FMR Re	Barcode
6	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Oxyrrhynchium_savatieri</i>	Russia	Kur	MHA9016130
7	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Oxyrrhynchium_savatieri</i>	Russia	Kur	MHA9016130
8	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_pallescens</i>	Russia	Ta	MHA9016524
9	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_pallescens</i>	Russia	Ta	MHA9016524
0	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_pallescens</i>	Russia	Alt	MHA9024453
1	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_pallescens</i>	Russia	Alt	MHA9024453
2	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_pallescens</i>	Russia	Alt	MHA9024453
3	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
4	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
5	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
6	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
7	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF  Z	<i>Jankuceraea_pacifica</i>	Russia	Prm	MHA9011432
8	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF  Z	<i>Jankuceraea_pacifica</i>	Russia	Prm	MHA9011432
9	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
0	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
1	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
2	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
3	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
4	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
5	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
6	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Russia	Sah	MHA9024481
7	HERB13	CX43 (Infinity1-2)	TL/BF	<i>Jochenia_protuberans</i>	Austria		MHA9065581

Рисунок 4. Дополненная вручную таблица Excel с описанием характеристик изображений.

Название файла	Объектив	Размер пикселя изображения в микронах	Часть растения, представленная на фото	Автор фото	Комментарий
file	ObjectiveLens	px in mkm	Plant part	author	Comments (<150 charac
<i>Oxyrrhynchium_savatieri</i> _MHA9016130_10x-1.tif	10	0.834	Ls	Ishchenko	
<i>Oxyrrhynchium_savatieri</i> _MHA9016130_60x-1.tif	60	0.138	LCm	Ishchenko	
<i>Jochenia_pallescens</i> _MHA9016524_10x-1.tif	10	0.834	Ls	Ishchenko	
<i>Jochenia_pallescens</i> _MHA9016524_60x-1.tif	60	0.138	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_pallescens</i> _MHA9024453_10x-1.tif	10	0.834	Ls	Ishchenko	
<i>Jochenia_pallescens</i> _MHA9024453_40x-1.tif	40	0.207	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_pallescens</i> _MHA9024453_60x-1.tif	60	0.138	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_60x-1.tif	60	0.138	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_60x-2.tif	60	0.138	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_60x-3.tif	60	0.138	PER	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_40x-1.tif	40	0.207	Cexot	Ishchenko	holotype
<i>Jankuceraea_pacifica</i> _MHA9011432_40x-1-2.tif	40	0.207	L	Ignatov	holotype
<i>Jankuceraea_pacifica</i> _MHA9011432_40x-1-3.tif	40	0.207	L	Ignatov	holotype
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_40x-2.tif	40	0.207	LCb	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_40x-3.tif	40	0.207	LCm	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_20x-1.tif	20	<b>0.414</b>	PER	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_20x-2.tif	20	<b>0.414</b>	PER	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_10x-1.tif	10	0.834	L	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_10x-2.tif	10	0.834	L	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_10x-3-1.tif	10	0.834	CP	Ishchenko	
<i>Jochenia_protuberans</i> -MHA9024481_10x-3-2.tif	10	0.834	CP	Ishchenko	

Такой файл Excel загружается вместе с архивом фотографий в базу данных. На сайте ГБС эти данные отображаются следующим образом – рисунок 5 и 6.

Рисунок 5. Таблица с данными об изображениях.



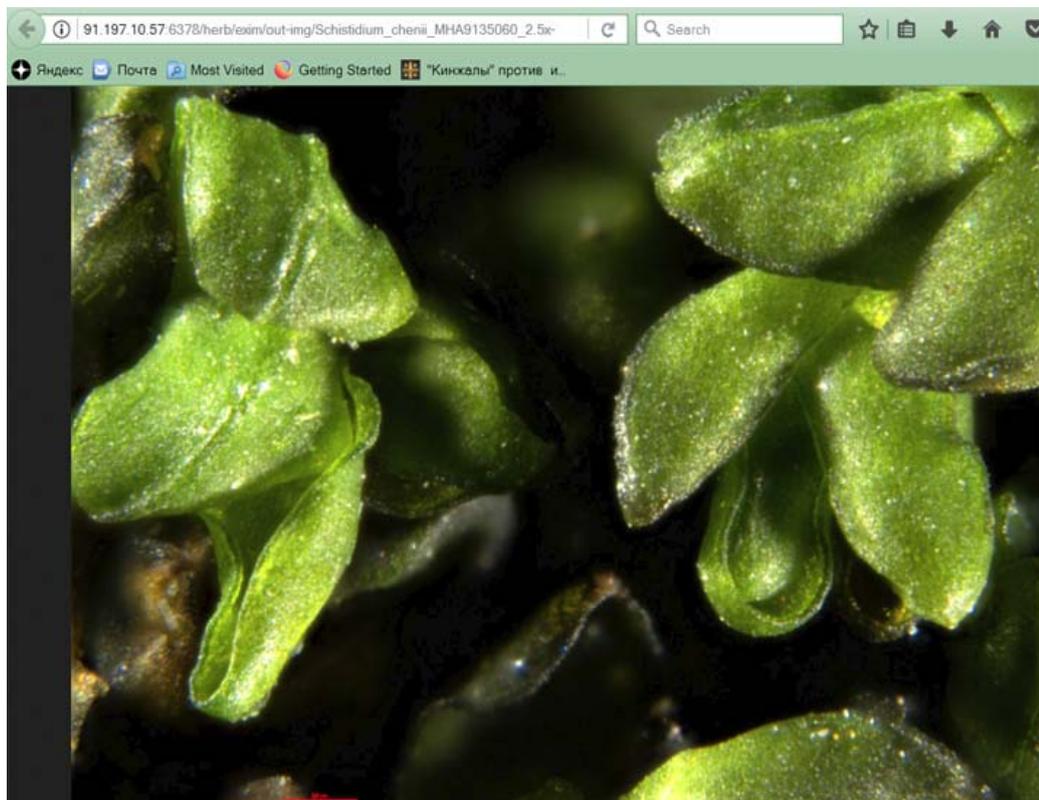
Гербарий ГБС РАН  
Изображения гербарных образцов  
Поиск по базе мхов

Экземпляр: *Schistidium chenii*

ID no	Страна	УЛК Region	BarCode	ht in mkm	Plant part	Фото	Ссылка на файл с описанием	Дата
1	Russia	Bur	MNAP135060	0.207	FR		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
2	Russia	Bur	MNAP135060	0.207	FR		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
3	Russia	Bur	MNAP135060	0.207	FR		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
4	Russia	Bur	MNAP135060	0.138	FR		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
5	Russia	Bur	MNAP135060	0.138	FR		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
6	Russia	Bur	MNAP135060	0.834	CF		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
7	Russia	Bur	MNAP135060	0.205	Нь		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
8	Russia	Bur	MNAP135060	0.410	Н		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
9	Russia	Bur	MNAP135060	0.410	CF		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024
10	Russia	Bur	MNAP135060	0.794	Н		<a href="#">Скачать описание</a>	25-01-2024

Нажатием на миниатюру на экран выводится полное изображение:

Рисунок 6. Полноразмерное изображение на странице.



Запрос на "показать описание" позволяет увидеть более подробную характеристику изображения.

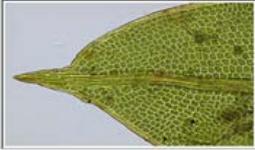
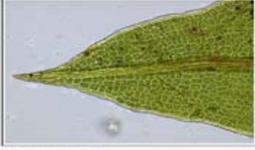
Мотивация исследователей для наполнения базы заключается в открывающихся широких возможностях сравнения образцов, исследуемых ими самими, с другими образцами того же и близких видов, уже загруженных в базу изображений другими исследователями, а равно и с образцами, которые были изучены, отсняты и загружены в базу ими в предыдущие сессии работы на данном оборудовании. Такой подход ускоряет возможность работы по сравнению с традиционным скачиванием изображений на собственный персональный компьютер или созданием собственной базы данных.

Огромное разнообразие морфотипов, развивающихся у большинства видов растений, требует именно такого массового сравнения материала. Важной особенностью работы со мхами является необходимость при каждом новом обращении к образцу разрушать какую-либо его часть. Обычно образец отчасти размачивается в воде, что ограничивает использование в дальнейшем этого материала для секвенирования ДНК. Существующая практика хранения препаратов вместе с образом в мировой бриологии не нашла широкого применения. Существующие сайты с отобранными изображениями безупречного качества, несомненно, играют важную роль в развитии таксономии, однако документация весьма разных «обычных» форм позволяет увидеть другие аспекты индивидуальной изменчивости. Понимание необходимости расширения возможностей фиксации результатов изучения – главный мотив бриологов, занимающихся массовым определением коллекций.

Стандартный вариант использования базы состоит в поиске по виду и части растения с последующим просмотром и сравнением фотографий в пределах экрана.

Значительная часть изображений мхов представлена клеточным строением листа, несущим множество признаков используемых в систематике групп (рис. 7).

Рисунок 7. Пример нескольких изображений клеточного строения листьев мхов в базе данных.

4	Russia	Msk	MHA9135059	0.207	LCu		<a href="#">Скачать</a> <a href="#">описание</a>
5	Russia	Msk	MHA9135059	0.207	LCu		<a href="#">Скачать</a> <a href="#">описание</a>
6	Russia	Msk	MHA9135059	0.207	LCu		<a href="#">Скачать</a> <a href="#">описание</a>
7	Russia	Msk	MHA9135059	0.207	LCu		<a href="#">Скачать</a> <a href="#">описание</a>

Эта часть базы данных калиброванных изображений мохообразных имеет прямое продолжение в дополнительном аналитическом блоке, а именно в программе Areoana (от английского Areolation analysis, то есть анализ клеточного строения однослойной пластинки листа мхов и печеночников).

#### 4. Аналитический модуль Areoana

Блок работает с фотографиями мхов и печеночников, специально отобранных для такого анализа. Образцы должны сопровождаться информацией о размере пикселя изображения, а также иметь распознаваемые границы клеток, что в большинстве случаев достигается съемкой в поляризованном свете или в люминисцентном микроскопе. Такие изображения могут быть использованы для дальнейшего морфометрического анализа в компьютерной программе Areoana, разработанной О.В. Ивановым и М.С. Игнатовым (<http://arctoa.ru/ru/Archive-ru/20/087-098kletki8.pdf>). Каждый пользователь в праве свои проекты не открывать (обычно в тех случаях, когда по ним еще не опубликованы результаты или есть необходимость дополнительной проверки данных).

Этот блок базы доступен в сети интернет по следующей ссылке: <https://91.197.10.143/ii/main.pl> (предпочтителен браузер Mozilla).

При переходе по ссылке запрашивается логин и пароль. Для ознакомительного доступа используется логин [moss1](#) и пароль [moss1](#). Использование этого логина и пароля позволяет использовать загруженные в программу оцифрованные образцы и в целом познакомиться с ее работой.

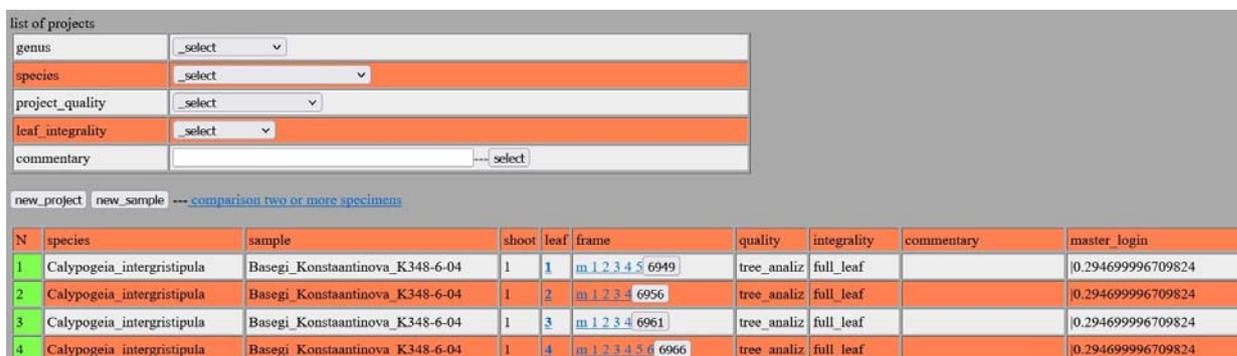
Для получения расширенного доступа ко всем функциям программы необходима авторизация под паролем, который выдается по запросу на адрес [areoana@list.ru](mailto:areoana@list.ru). Форму запроса на получение расширенного доступа можно скачать на сайте ЦКП «Гербарий ГБС РАН». В настоящее время для нее требуется официальное представление от организации-пользователя, где работает сотрудник, которому открывается доступ.

На главной странице программы Areoana ([main.pl](#)) представлены проекты, доступные для анализа, причем отмеченные зеленым доступны для всех пользователей. Каждый пользователь может свои проекты не открывать (обычно в тех случаях, когда по ним еще не опубликованы результаты или есть необходимость дополнительной проверки данных).

В верхней части формы можно настроить фильтры для поиска нужного проекта выбрав: Род (**Genus**), Вид (**Species**), качество/тип проекта (**Project quality**) и какая часть листа представлена (**Leaf integrity**). Поиск осуществляется автоматически после выбора одного из параметров меню.

Например, выбрав род и вид *Calypogeia integristipula*, целый лист (full leaf) и наилучшее качество (tree analysis), получаем следующую выборку. Качество представлено в программе 6 типами: плохо (worse), пока не оценено (load), подходит для морфометрии клеток (cytometry), подходит для рассмотрения морфогенеза – порядка деления клеток (tree analysis). Особо выделяется высокое качество, позволяющее проводить оба последних типа анализа (cytometry&tree analysis) (рис.8).

Рисунок 7. Пример выбора проекта.



The screenshot shows a web interface for listing projects. It includes several dropdown menus for filtering: 'genus', 'species', 'project\_quality', and 'leaf\_integrity'. Below these is a 'commentary' field with a 'select' button. At the bottom, there are buttons for 'new\_project', 'new\_sample', and 'comparison two or more specimens'. The main part of the interface is a table with the following data:

N	species	sample	shoot	leaf	frame	quality	integrity	commentary	master_login
1	Calypogeia_integristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	1	m.1.2.3.4.5.6949	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824
2	Calypogeia_integristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	2	m.1.2.3.4.6956	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824
3	Calypogeia_integristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	3	m.1.2.3.4.6961	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824
4	Calypogeia_integristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	4	m.1.2.3.4.5.6.6966	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824

Образец может быть представлен несколькими листьями и побегами, которые пронумерованы в колонках **shoot** и **leaf**.

Один лист часто составлен из нескольких фотографий (их число видно в колонке **frame**), и каждый кадр представлен соответствующей цифрой, нажав на которую можно познакомиться с оригиналами и результатами работы первоначального алгоритма оконтуривания клеток, а при необходимости отредактировать точность этой первоначальной оцифровки, после которой, однако придется перезапустить программу «**match**» и получить окончательную оцифровку заново.

Перед тем как работать с готовой оцифрованной сетью, необходимо продублировать проект. Для этого нажмите на кнопку с номером нужного проекта (колонка **ID\_PID**), расположенную в самой правой части страницы.

new_project		new_sample		--- comparison two or more specimens		Нажмите, чтобы увидеть готовую клеточную сеть		Здесь можно посмотреть отдельные изображения, использованные для оцифровки			Нажмите, чтобы просмотреть или редактировать данные проекта	
N	species	sample	shoot	leaf	frame	quality	integrity	commentary	master_login	ID_PID		
1	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	1	m 1 2 3 4 5 6949	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6949		
2	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	2	m 1 2 3 4 6956	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6956		
3	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	3	m 1 2 3 4 6961	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6961		
4	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	4	m 1 2 3 4 6 6966	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6966		
5	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	5	m 1 2 3 4 5 6 6973	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6973		
6	Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	6	m 1 2 3 4 5 6980	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6980		
7	Calypogeia intergristipula	Hanty_mans_Lapshina_13-367	2	1	m 1 2 3 4 6883	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6883		
8	Calypogeia intergristipula	Hanty_mans_Lapshina_13-367	2	2	m 1 2 3 4 6888	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6888		
9	Calypogeia intergristipula	Hanty_mans_Lapshina_13-367	2	3	m 1 2 3 4 6893	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824	6893		

Здесь вы увидите подробности и настройки проекта, а так же список составляющих его изображений (**frames**). Нажмите «**Duplicate\_project**» и новая копия появится в списке сразу под оригинальным проектом.

logout

back\_to\_project\_form

project name: mniium\_2\_6966

species-sample: Calypogeia\_intergristipula\_Basegi\_Konstantinova\_K348-6-04

shoot: 1

leaf: 4

shared: shared

project\_quality: tree\_analiz

leaf\_integrity: full\_leaf

commentary:

duplicate\_project 6966

duplicate\_project with antimiosis 6966

project frame list

ID	frame number	micron per pixel	frame name	delete frame
6967	1	0.294699996709824	mniium_2_6966_6967_1	<input type="checkbox"/>
6968	2	0.294699996709824	mniium_2_6966_6968_2	<input type="checkbox"/>
6969	3	0.294699996709824	mniium_2_6966_6969_3	<input type="checkbox"/>
6970	4	0.294699996709824	mniium_2_6966_6970_4	<input type="checkbox"/>
6971	5	0.294699996709824	mniium_2_6966_6971_5	<input type="checkbox"/>
6972	6	0.294699996709824	mniium_2_6966_6972_6	<input type="checkbox"/>

В поле **ID\_PID** при этом будет два значения, первое – номер копии, второе – номер оригинального проекта. Чтобы начать работать с самой клеточной сетью данной копии, нажмите на соответствующий номер в колонке «**leaf**».

На рисунке 9 представлены возможные настройки отображения клеточной сети и параметры разметки клеток в зависимости от площади, количества углов и других параметров. Внизу страницы представлено само изображение клеточной сети.

Рисунок 9. Настройки отображения клеточной сети и параметры разметки клеток в зависимости от площади.

click to connect server for update   looking\_for\_cross    delete an mitoz reaction\_on\_edge\_click change v

logout

species	sample	shoot	leaf	master_login	ID_PID
Calypogeia intergristipula	Basegi_Konstaantinova_K348-6-04	1	4	moss1	13070

presentation	<input type="checkbox"/>	apex_mark	<input type="checkbox"/>	Bezier_analysis	<input type="checkbox"/> 4
cross_analysis	<input type="checkbox"/>	cross_reconnected	<input type="checkbox"/> 2	save_statistic	<input checked="" type="checkbox"/>
apex_alert	<input type="checkbox"/>	apex_radius	2	looking_for_cross	<input type="checkbox"/>
edge_alert	<input type="checkbox"/>	edge radius/wight	2 2	cell\var	4 4
cell_alert	<input type="checkbox"/>	cell_radius	2	type	cross v
border_size	2	image_scale	40	enumerate_antimitoz4all	<input type="checkbox"/>
recoloring	down v	block_analysis	none v	Voronoy_poly	<input type="checkbox"/>
mark_cell	none v	limitation or mark area	mark_area v		
Generation analysis	<input type="checkbox"/>	chislo_pokolenii	4		
rotation_degree	0	annihilate_under_color	<input type="checkbox"/> none v		

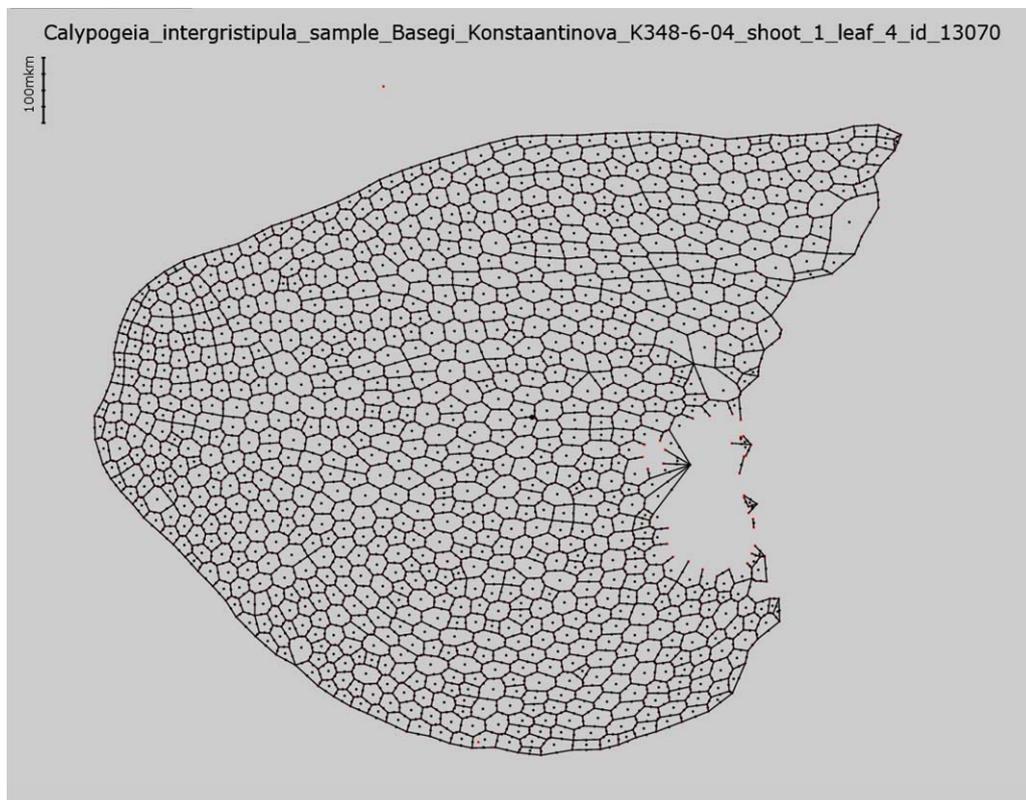
download\_pdf

show an output  y

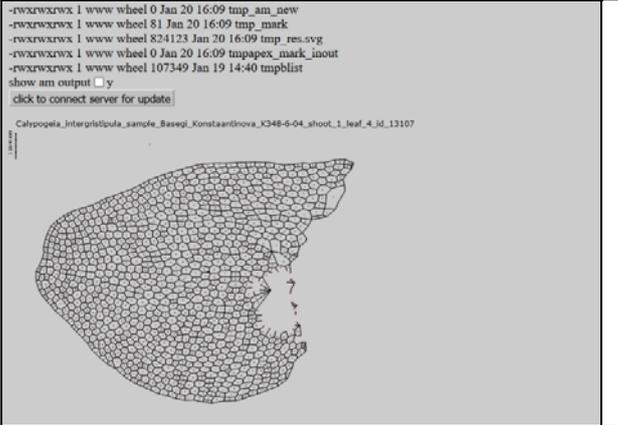
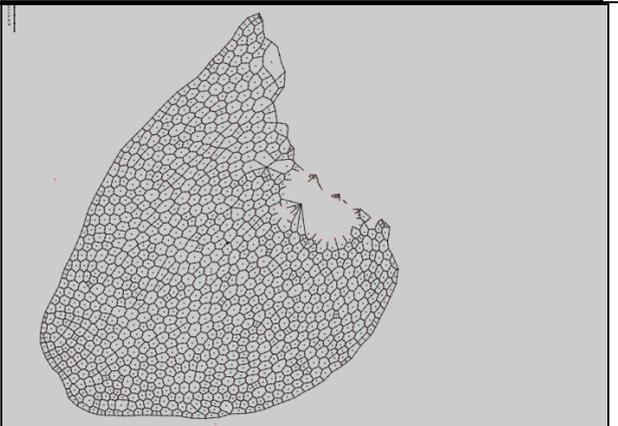
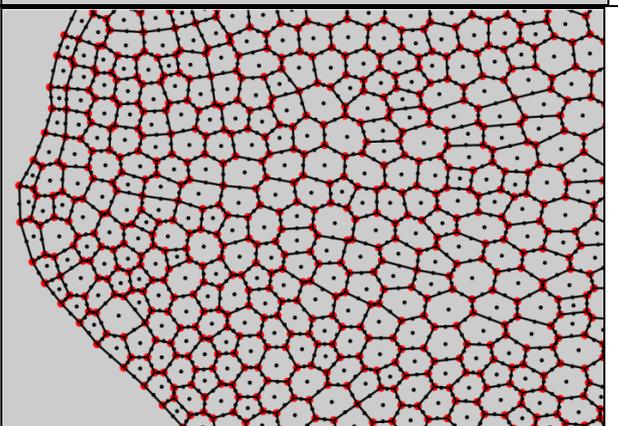
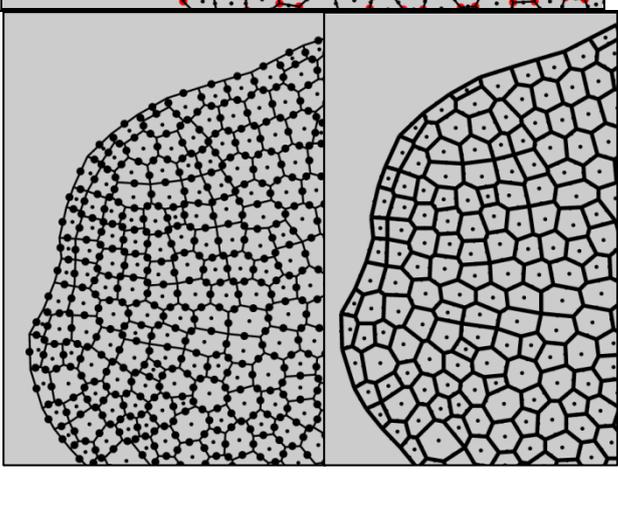
click to connect server for update

Перед началом работы отметьте галочкой пункт «**save\_statistic**», а после каждого совершенного действия для применения изменений нужно перезагружать страницу нажатием кнопки «**click to connect server for update**».

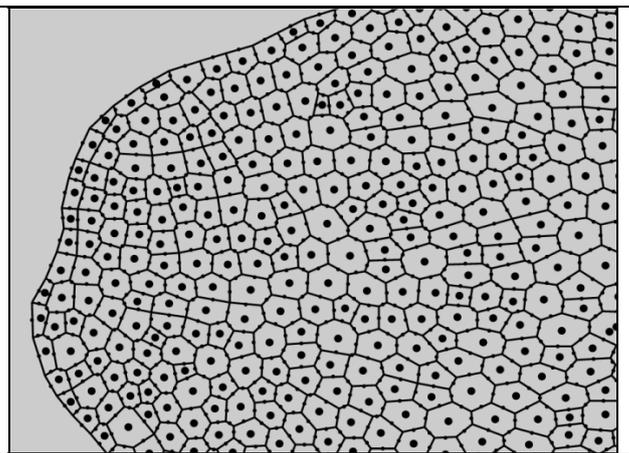
Изображение клеточной сети можно скачать, нажав кнопку «**download\_pdf**», расположенную сразу под формой настроек.



## Настройка отображения клеточной сети

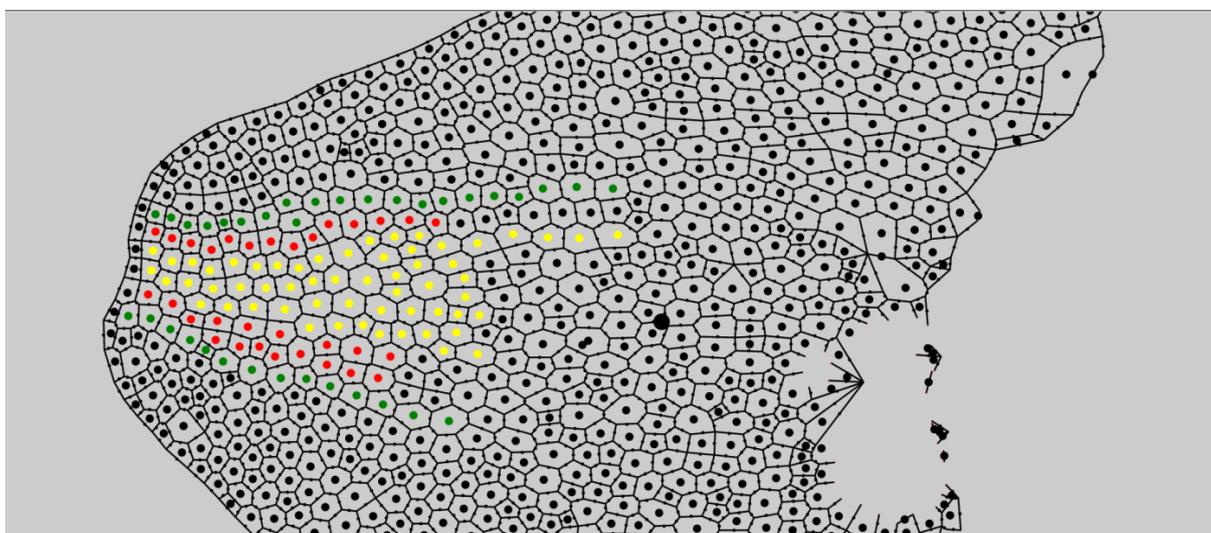
<p>Функция «<b>image_scale</b>» позволяет отрегулировать размер изображения: чем выше значение, тем меньше размер. На рисунке выше установлено значение 40, на рисунке справа – 100.</p>	
<p>Функция «<b>rotation_degree</b>» позволяет поворачивать изображение, значения указываются в градусах. При этом положительные значения позволяют повернуть изображение против часовой стрелки, а отрицательные – по часовой. На рисунке справа установлено значение 45.</p>	
<p>Функция «<b>apex_radius</b>» регулирует размер точек (красные) на углах контакта 3-х или более клеток. Изначально установлено значение 2, на рисунке справа значение установлено на 4.</p>	
<p>Функция «<b>edge radius_wight</b>» позволяет регулировать размер точек в местах соприкосновения клеточных стенок двух клеток (первое значение) и толщину отображения клеточной стенки (второе значение). Размер и цвет этих точек так же можно изменять вручную, просто нажимая на них.</p>	

Функция «**cell\_radius**» регулирует размер точек внутри клетки. Регулировка этого значения и установка большего размера может быть особенно удобна в процессе цветовой разметки клеток (см. ниже).



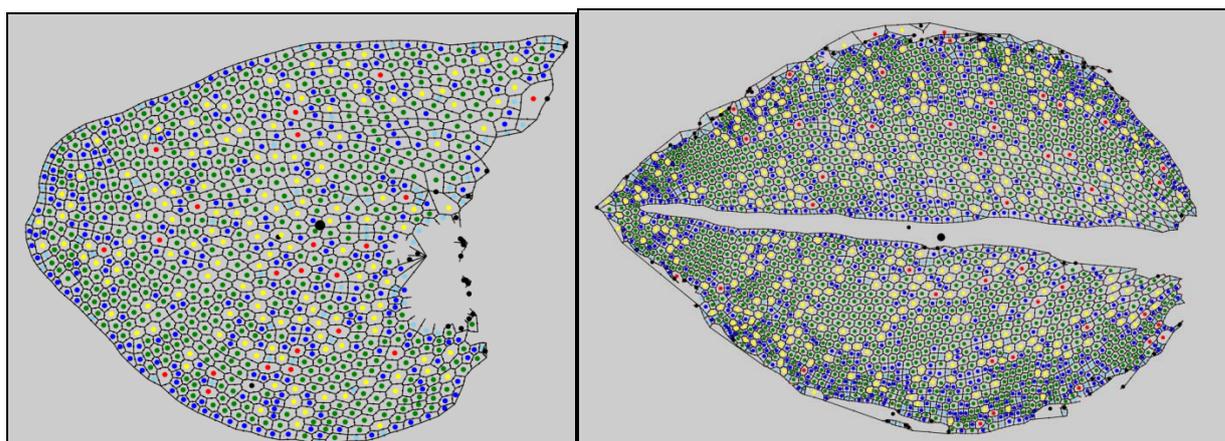
Сервис позволяет создавать цветовую разметку клеточной сети как вручную, так и автоматически по заданным условиям. Для того чтобы изменить цвет точки внутри клетки вручную, выберите нужный цвет в выпадающем меню строчки **mark\_cell**, а затем в строке **limitation or mark area** выберите режим «**hand\_edit**». После этого просто кликните на точки в нужных клетках. Для сохранения результата обязательно нажмите «**click to connect server for update**». Если нужно сбросить цветовую разметку, выберите пункт «**clear\_all**» в выпадающем меню строчки **mark\_cell**.

presentation	<input type="checkbox"/>	apex_mark	<input type="checkbox"/>	Bezier_analysis	<input type="checkbox"/> 4
cross_analysis	<input type="checkbox"/>	cross_reconnected	<input type="checkbox"/> 2	save_statistic	<input checked="" type="checkbox"/>
apex_alert	<input type="checkbox"/>	apex_radius	1	looking_for_cross	<input type="checkbox"/>
edge_alert	<input type="checkbox"/>	edge radius wight	2   2	cell var	c1   4
cell_alert	<input type="checkbox"/>	cell_radius	4	type	cross ▾
border_size	2	image_scale	50	enumerate_antimitoz4all	<input type="checkbox"/>
recoloring	up ▾	block_analysis	none ▾	Voronoy_poly	<input type="checkbox"/>
mark_cell	green ▾	limitation or mark area	hand_edit ▾		
Generation analysis	<input type="checkbox"/>	chisto_pokolenii	4		
rotation_degree	0	annihilate_under_color	<input type="checkbox"/> none ▾		

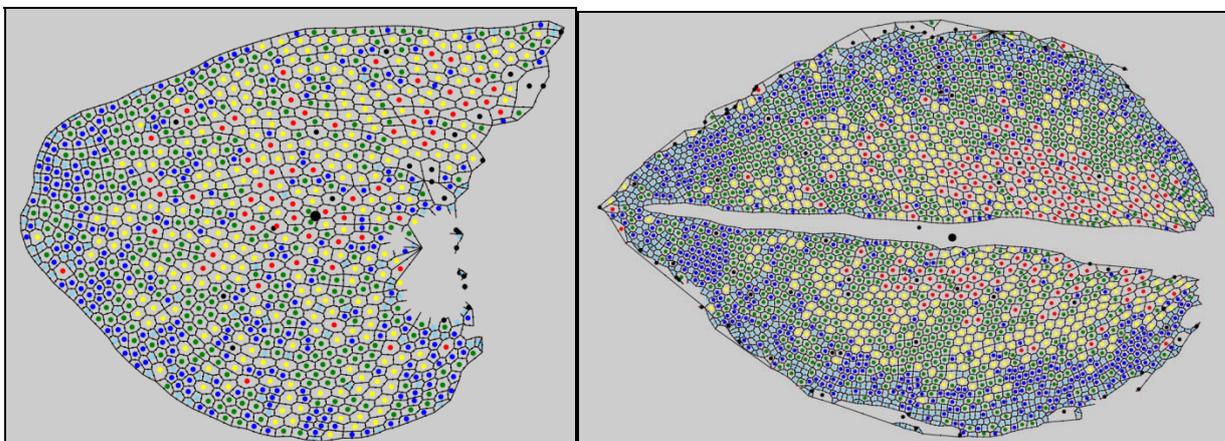


Автоматическая разметка осуществляется через эти же два пункта меню. Пункт **limitation or mark area** позволяет выбрать в выпадающем меню из уже созданных условий (**limitations**), например, количество углов, площадь, длина, ширина клетки и т.д.

Цветовая разметка в зависимости от количества углов (точки, где клетка соединяется с 3-мя или более соседними клетками).



Цветовая разметка в зависимости от площади клеток.



Чтобы сбросить автоматическую цветовую разметку, выберите пункт «**clear\_all**» в выпадающем меню строчки **mark\_cell**, а затем пункт «**mark\_area**» в выпадающем меню строчки **limitation or mark area** и обновите проект кнопкой «**click to connect server for update**».

Так же можно создавать, а затем применять новые условия (**limitations**). Для этого откройте главную страницу проекта и нажмите на строчку «**comparison two or more specimens**».

list of projects

genus

species

project\_quality

leaf\_integrity

commentary

new\_project new\_sample --- comparison two or more specimens

#N	species	sample	shoot	leaf	frame	quality	integrity	commentary	master_login
1	Calypogeia_intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	1	m 1 2 3 4 5 6949	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824

Затем выберите строчку «**show\_limitation\_list**», откроется страница с существующими условиями. Чтобы создать новое условие, нажмите кнопку «**new\_limitation**» в самом низу страницы. В открывшемся окне напишите название нового условия и, если нужно, комментарий к нему, а затем нажмите «**add\_limits**».

logout

name area 700-799

comment

back\_to\_stat\_form

add\_limits

Снова перейдите через строчку «**show\_limitation\_list**», в самом низу страницы будет созданное условие. Чтобы завершить его создание, нажмите на его номер **id** справа. В открывшемся окне представлена таблица параметров, характеризующая условие. Здесь можно назначить диапазоны как одного значения, так и нескольких одновременно. Так же вы можете сделать данное условие доступным для всех пользователей, выбрав пункт «**shared**» в выпадающем меню строчки **shared**.

logout

limits name area 600-699

comment

shared preparing ▾

master\_user ivanov

parametr	from	to	show
N_edge	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
area	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
area/boxarea	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
length	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
width	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
orientation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
length/width	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
perimeter	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
generation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
color	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
mitosis_ratio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
generation_gap	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
cross_type	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
square_min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
square_max	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
square_max-square_min	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

После завершения редактирования нажмите «**update\_limits**» в самом низу страницы. Чтобы вернуться к предыдущему меню нажмите «**back\_to\_stat\_form**».

## Сравнение нескольких проектов

Помимо визуализации отдельных проектов, программа Areoana позволяет анализировать клеточные сети сразу нескольких проектов и представлять результаты их сравнения в виде графиков. Для этого с главной страницы сервиса перейдите по строчке «**comparison two or more specimens**», расположенной сразу над списком существующих проектов.

list of projects

genus \_select ▾

species \_select ▾

project\_quality \_select ▾

leaf\_integrity \_select ▾

commentary  --- select

new\_project new\_sample --- [comparison two or more specimens](#)

N	species	sample	shoot	leaf	frame	quality	integrity	commentary	master_login
1	Calypogeia_intergristipula	Basegi_Konstantinova_K348-6-04	1	1	m 1 2 3 4 5 6949	tree_analiz	full_leaf		0.294699996709824

На странице отображены готовые подборки данных для сравнительного анализа. Можно работать с ними или создать свою выборку. Для создания нового анализа нажмите «**new\_plot**» в самом низу страницы.

logout

name	<input type="text"/>
comment	<input type="text"/>

add\_new\_plot  
back\_to\_plot\_form

Напишите имя и, при необходимости, комментарий и нажмите «**add\_new\_plot**». После этого вы автоматически вернетесь на страницу с готовыми анализами. В появившемся списке в самом низу будет созданный вами анализ.

В новом анализе вы можете использовать готовые выборки или создать собственную.

Чтобы создать новую выборку нажмите «**show\_dataset\_list**» вверху страницы. Появится страница с существующими выборками, которые вы можете просмотреть. Чтобы создать новую выборку, нажмите «**add\_dataset**» внизу страницу. Здесь укажите название и в случае надобности комментарий, а затем нажмите «**add\_dataset**». После того как вы снова попадете на страницу с анализами, нажмите «**show\_dataset\_list**» и внизу страницы вы найдете созданную выборку. Для редактирования выборки нажмите на номер id слева от названия. Появится окно редактирования выборки.

logout

name	<input type="text"/>
comment	<input type="text"/>
shared	preparing
master_user	moss1

---

delete	mark	species	sample	shoot	leaf	quality	integrality	commentary	master_login	ID_PID
--------	------	---------	--------	-------	------	---------	-------------	------------	--------------	--------

---

genera_name	_select
species_name	Abietinella_abietina
project_quality	_select
leaf_integrality	_select
commentary	<input type="text"/>

select key\_id,user\_id,sample\_name\_id,branche,leave,shared,\_creator\_user\_id,parent\_key\_id,sname,project\_quality\_id,leaf\_integrality\_id,commentary from project where (((user\_id = 5) or (shared\_ > 2)) ) order by key\_id

add	N	species	sample	shoot	leaf	quality	integrality	commentary	master_login	ID_PID
-----	---	---------	--------	-------	------	---------	-------------	------------	--------------	--------

---

back\_to\_stat\_form  
update\_dataset

Первый блок отображает общие настройки, здесь можно сменить имя выборки, добавить комментарий и настроить уровень доступа к ней. Ниже располагается блок меню, аналогичный фильтру поиска на главной странице сервиса, здесь вы можете задать условия поиска нужных проектов, чтобы добавить их в выборку. В появившемся списке отметьте галочками слева проекты, которые хотите проанализировать и затем нажмите «**update\_dataset**» в самом низу страницы.

**Очень важно!** Одновременно лучше выбирать не больше 10 проектов. Вы можете добавить больше, повторив процедуру. Финальная выборка будет выглядеть следующим образом:

logout  
select key\_id,user\_id,sample\_name\_id,branche,leave,shared,\_creator\_user\_id,parent\_key\_id,commentary from project where (((user\_id = 2) or (shared\_ > 2))) order by key\_id

name	test3
comment	
shared	preparing
master_user	ivanov

---

delete	mark	species	sample	shoot	leaf	quality	integrality	commentary	master_login	ID_PID
<input type="checkbox"/>	y n	Calypogeia_intergristipula	ivanov_prim_8780	1	1	tree_analiz	full_leaf		ivanov_ivanov	3538
<input type="checkbox"/>	y n	Calypogeia_intergristipula	ivanov_prim_8780	1	2	tree_analiz	full_leaf		ivanov_ivanov	3541
<input type="checkbox"/>	y n	Calypogeia_intergristipula	Hanty_mans_Lapshina_13-367	2	1	tree_analiz	full_leaf		ivanov_ivanov	6883

Когда редактирование выборки завершено, нажмите «**back\_to\_stat\_form**», чтобы вернуться к списку выборок. Здесь нажмите «**make\_statistics**», и в появившейся таблице, созданный ранее анализ будет в самом низу списка. Нажмите на его id (слева), чтобы продолжить работу.

logout  
show\_list\_dataset

show\_limitation\_list  
back\_to\_plot\_list

name	test_sh
comment	test
shared	preparing
master_user	moss1

delete	dataset	project	limitation	parameter	from	to	N_cells	Mean	Sigma	V_min	v_max	min/max cut off (%)	plot number	line color	line width	line smoothness
add new graph																
<input type="checkbox"/>	13065_Calypogeia	<input type="checkbox"/> unroll		N_edge			--	--	--	--	--	90		black	1	

update\_plot  
plot  
pdf  
excel

На данной странице вы можете редактировать данные вашего анализа, а также установить уровень доступа (строка **shared**). Ниже, в разделе **add new graph** можно выбрать подготовленную выборку, при этом остальные параметры задействовать не обязательно. Поставьте галочку слева и нажмите «**update\_plot**». Далее, повторив манипуляции, описанные выше, вы можете добавить одну и ту же выборку несколько раз, а затем для каждой строки выбрать в выпадающем меню колонки **project** отдельные проекты для сравнения (по номерам проектов, см. изображение ниже).

logout  
show\_list\_dataset

show\_limitation\_list  
back\_to\_plot\_list

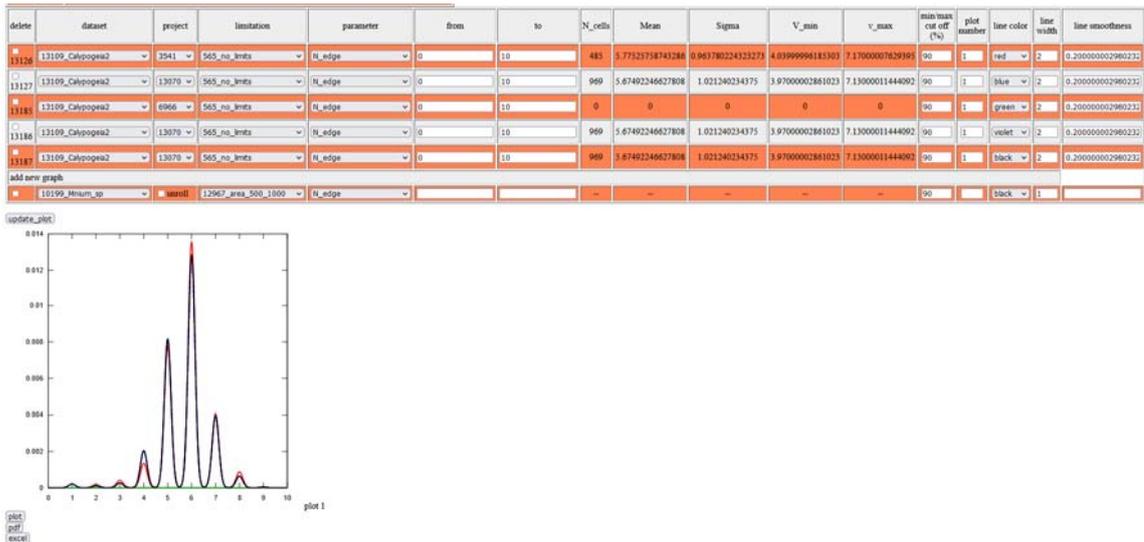
name	test2
comment	test
shared	preparing
master_user	ivanov

delete	dataset	project	limitation	parameter	from	to	N_cells	Mean	Sigma	V_min	v_max	min/max cut off (%)	plot number	line color	line width	line smoothness
<input type="checkbox"/>	13109_Calypogeia2	3541	565_no_limits	N_edge	0	0	8025	5.8077564239502	0.91460645198822	4.23199987411499	7.41800022125244	90	1	red	2	0.5
<input type="checkbox"/>	13109_Calypogeia2	13070	565_no_limits	N_edge	0	0	72112	5.7404317855835	1.00424408912659	3.92600011825562	7.38199996948242	90	1	blue	2	0.5
<input type="checkbox"/>	13109_Calypogeia2	6966	565_no_limits	N_edge	0	0						90	0	black	1	0
<input type="checkbox"/>	13109_Calypogeia2	13070	565_no_limits	N_edge	0	0						90	0	black	1	0
<input type="checkbox"/>	13109_Calypogeia2	13070	565_no_limits	N_edge	0	0						90	0	black	1	0
add new graph																
<input type="checkbox"/>	10199_Minum_ap	<input type="checkbox"/> unroll	12967_area_500_1000	N_edge			--	--	--	--	--	90		black	1	

update\_plot  
plot  
pdf  
excel

Здесь вы можете выбрать ограничения для сравнения в колонке **limitations**, например, сравнить площади только клеток с 5-ю углами. В колонке **parameters** нужно выбрать конкретный параметр для сравнения, а далее, в колонках **from** и **to** указать

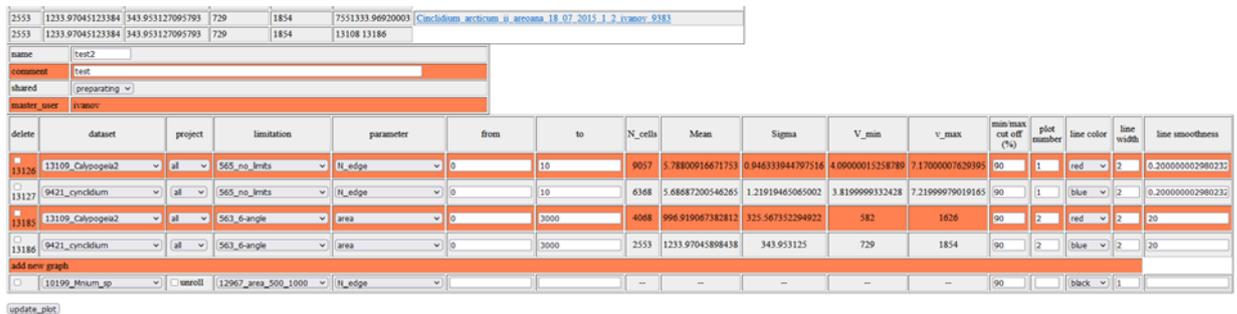
диапазон значений, в пределах которых будет производиться сравнение. В столбце **plot number** укажите номер графика, каждое значение обозначает отдельный график. В столбце **line\_color** можно выбрать отдельный цвет, а в столбце **line\_width** – толщину линии для каждого проекта. Особенно важно правильно указать значение в колонке **line smoothness**. При этом, чем меньшие значения используются для выбранного параметра, тем меньше должно быть значение **smoothness** (например, если сравнивать клеточные сети по количеству “углов” от 2 до 10, то значение smoothness должно быть меньше, а если сравнивать площади в диапазоне 200 – 2000, то значение smoothness следует указать 20-40). Когда все нужные параметры установлены, нажмите кнопку «**plot**» внизу страницы.



На получившемся графике можно видеть, с какой частотой встречаются те или иные клетки с разным количеством точек контакта с соседними клетками (“углов”). В данном случае по этому параметру практически нет отличий между отдельными проектами.

После первого построения графика правее колонки **to** появляются значения, характеризующие выбранный проект\выборку.

Проанализировать можно не только отдельные проекты, но и целые выборки, а также строить не один график, а сразу несколько по разным параметрам (пример ниже).



Обратите внимание: когда в данном случае выбраны разные выборки и при этом в колонке project выбран пункт all, поскольку здесь сравниваются все проекты сразу. При этом в первых двух строках мы провели анализ аналогичный предыдущему – количество клеток с разным количеством “углов”, а во вторых двух строках мы выбрали сравнение площадей 6-ти угольных клеток. Они выведены как два отдельных графика в соответствии с тем, как мы указали это в колонке **plot number**.

Подобные анализы можно проводить для множества выборок или проектов внутри выборки, при этом одновременно можно анализировать разные параметры на отдельных графиках.

### Примеры решаемых программой задач Сравнение двух близких видов, на примере рода *Cyrtomnium*

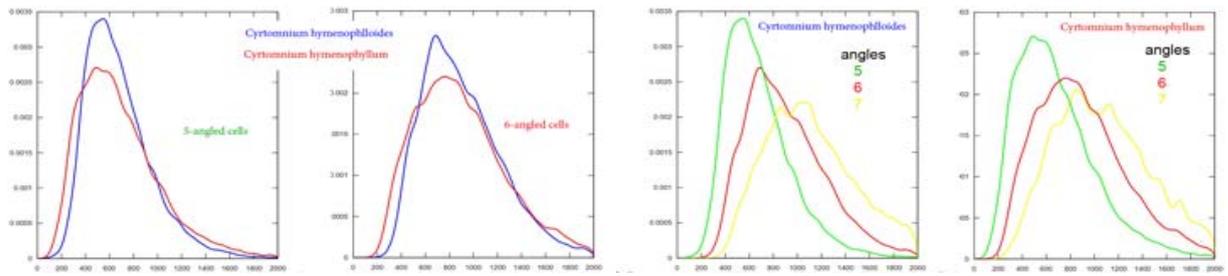


*Cyrtomnium hymenophylloides*



*Cyrtomnium hymenophyllum*

Слева направо: лист с распределением клеток по числу углов, лист с распределением клеток по их площади, внешний вид растений.



Слева направо: слева (1-2) – сравнение распределений площадей клеток с 5 и 6 углами, справа (3-4) – сравнение распределений 5-, 6-, 7- угольных клеток у *C. hymenophylloides* и *C. hymenophyllum* по их площади.

Общий комментарий по приведенным выше иллюстрациям и графикам (а также таблице, приведенной ниже) следующий. Два вида отличаются, в числе прочего, возможностью ориентировать листья перпендикулярно солнечным лучам, которая имеется у *C. hymenophylloides* и отсутствует у *C. hymenophyllum*. Данная способность очевидным образом связана со значительно более коротким сочленением листа со стеблем у *C. hymenophylloides*, которое лишь едва превышает ширину жилки листа. У *C. hymenophyllum* лист длинно низбегают на стебель, не позволяя ему менять расположение. Распределение размеров клеток *C. hymenophylloides* значительно более узкое, т.е. клетки листа более гомогенные, и к краю, непосредственно по границе каймы, более мелкие, создавая дополнительную жесткость формы листа. Кроме того, различия между 5 и 6 угольными клетками у *C. hymenophylloides* меньше, чем у *C. hymenophyllum*, клеточная сеть которого, таким образом, более рыхлая.

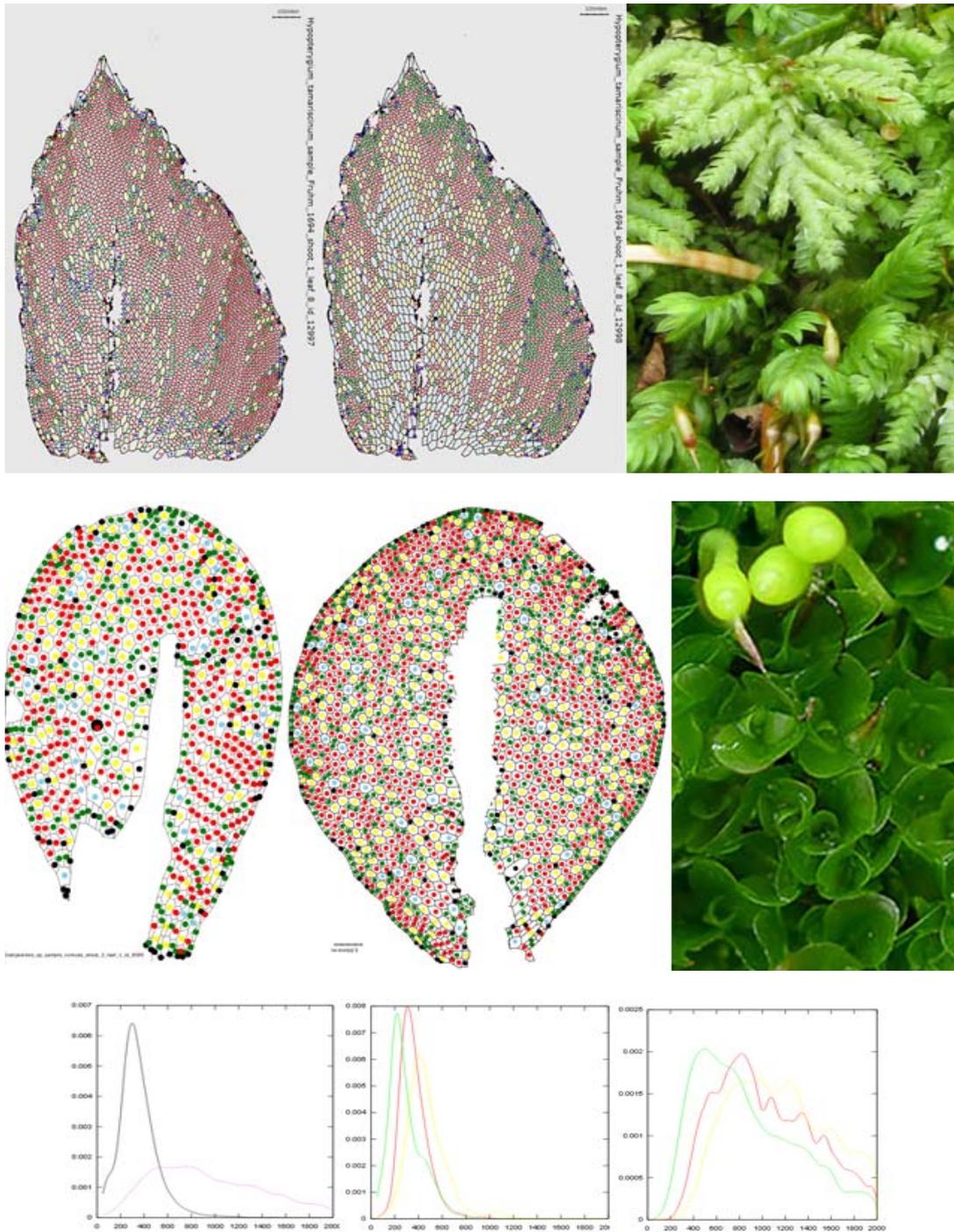
Объем данных, положенных в основу этих заключений представлен в нижеследующей таблице, для двух видов размерные характеристики измерены примерно для 30 тысяч клеток. Здесь представлены только площади, поскольку графики по длине и ширине клеток имеют сходный вид.

delete	dataset	project	localization	parameter	from	to	N_cells	Mean	Sigma	V_min	v_max	min_max (st dev) (%)	plot number	line color	line width	line smoothness
13219	13225_Cyrtos_hemfil	al	1349_5-angle	area	10	2000	8368	478.14931840621	527.09441810391	254.770004272461	1317.43301171094	90	0	red	2	50
13200	13242_Cyrtos_hemfil	al	1349_5-angle	area	10	2000	8338	476.980773921781	270.300904315489	128.309993896484	1196.0400390623	90	0	blue	2	50
13204	13225_Cyrtos_hemfil	al	563_6-angle	area	10	2000	12724	888.48875	984.524189921875	984.220001220703	1382.89997318194	90	1	red	2	50
13201	13242_Cyrtos_hemfil	al	563_6-angle	area	10	2000	11318	899.762893123	124.453430173781	647.799987792969	1110.4190609373	90	1	blue	2	50
13206	13225_Cyrtos_hemfil	al	1353_7-angle	area	10	2000	3481	1063.76301717812	182.789001484844	481.809981131182	1713.23999023438	90	2	red	2	50
13207	13242_Cyrtos_hemfil	al	1353_7-angle	area	10	2000	2961	1393.47705078125	360.388793945312	565.210021972616	1773.13000488281	90	2	blue	2	50
13209	13225_Cyrtos_hemfil	al	1349_5-angle	area	10	2000	8368	478.14931840621	527.09441810391	254.770004272461	1317.43301171094	90	1	green	2	50
13209	13225_Cyrtos_hemfil	al	563_6-angle	area	10	2000	12724	888.48875	984.524189921875	984.220001220703	1382.89997318194	90	3	red	2	50
13214	13225_Cyrtos_hemfil	al	1349_5-angle	area	10	2000	3481	1063.76301717812	182.789001484844	481.809981131182	1713.23999023438	90	1	yellow	2	50
13223	13242_Cyrtos_hemfil	al	1349_5-angle	area	10	2000	8338	476.980773921781	270.300904315489	128.309993896484	1196.0400390623	90	4	green	2	50
13218	13242_Cyrtos_hemfil	al	563_6-angle	area	10	2000	11318	899.762893123	124.453430173781	647.799987792969	1110.4190609373	90	4	red	2	50
13271	13242_Cyrtos_hemfil	al	1353_7-angle	area	10	2000	2961	1393.47705078125	360.388793945312	565.210021972616	1773.13000488281	90	4	yellow	2	50
add new graph																
10199	hemum_ap	-newfil	12967_area_200_3000	H_edges	-	-	-	-	-	-	-	90	-	black	1	-

*Сравнение Hypopterygium и Oedipodium.*

Еще один пример растений, листья одного из которых (*Hypopterygium* – вверху), разворачиваются к солнечным лучам, другого (*Oedipodium* – внизу) – нет.

Слева направо: лист с распределением клеток по числу углов, лист с распределением клеток по их площади, внешний вид растений.



Слева направо: (1): распределением площадей всех клеток *Hypopterygium* (черная линия) и *Oedipodium* (сиреневая линия), (2): распределением площадей клеток *Hypopterygium* с 5, 6 и 7 углами, (3) то же что и 2 для *Oedipodium*.

Объем данных, положенных в основу этих заключений представлен в нижеследующей таблице. Для двух родов размерные характеристики измерены для 15 тысяч клеток.

id	idplant	project	localization	parameter	flora	to	X_cmb	Sflora	Sigma	V_rms	v_max	maximal val. off (%)	plot number
1120	4763_4morphogrub	all	1945_00_0000	area	+	20	2000	364	346.6121321121	312.876200712342	26.510003011738	436.839812279111	1
1121	4763_4morphogrub	2118	1946_0_angle	area	+	20	2000	348	288.691220947266	133.753661010742	112.400001523879	337	2
1122	4763_4morphogrub	all	1947_0_angle	area	+	20	2000	4024	361.599363214071	131.17618920482	262.100001112174	384.2998779269	1
1123	4763_4morphogrub	all	1953_7_angle	area	+	20	2000	968	466.333060347636	168.17210381136	243.650003011738	363.700022279111	2
1124	4763_4morphogrub	all	1961_0_angle	area	+	20	2000	2248	1527.26281132281	413.09406048932	425.26998779269	179.63812441638	2
1125	4763_4morphogrub	all	1946_0_angle	area	+	20	2000	2168	363.8271484373	415.704670878968	263.73	1684.09697108284	2
1126	4763_4morphogrub	all	1953_7_angle	area	+	20	2000	784	1154.8617279321	464.347812246094	325.76998779269	1881.10048228112	2
1127	4763_4morphogrub	all	1945_00_0000	area	+	20	2000	6060	934.871644096406	452.894623964315	291.76998779269	1736.23	1

Данные примеры позволяют перейти от морфометрических характеристик к морфо-функциональным, расширяя, таким образом, возможности проверки широкого круга гипотез, касающихся филогении, адаптивной эволюции и экофизиологии мхов.