



MorphoXL, версия 2.0.0

Инструкция пользователя

Содержание

1. Общие положения	2
2. Подготовка пробы крыл	5
3. Получениеи изображений крыл	6
4. Оцифровывание изображений крыл	7
5. Обработка результатов оцифровывания в программе «MorphoXL»	14
6. Анализ результатов.....	18
7. Модуль геометрической морфометрии.....	21
8. Исследование популяции, определение породных диапазонов	22
9. Лицензия.....	23

1. Общие положения

1.1. Программа предназначена для определения селекционной пригодности маток-основательниц в семьях медоносных пчел, посредством анализа морфометрических индексов крыльев у отобранных проб рабочих пчел и трутней (кубитальный индекс, гантельный индекс, угловое дискоидальное смещение и ряд дополнительных индексов), а также определение породной принадлежности изучаемой колонии методом геометрической морфометрии.

1.2. Область применения: селекция медоносных пчел.

1.3. Функциональные возможности: программа производит расчет морфометрических индексов по каждому из исследуемых пчелиных крыльев (до 100 шт. в пробе), после чего осуществляет их статистическую обработку с определением математического ожидания, стандартных отклонений, коэффициентов вариации, ошибок репрезентативности, доверительных интервалов. Путем сопоставления доверительных интервалов с эталонными породными диапазонами, рассчитывается процент соответствия породе (предварительно заданной или одной из перечня пород в классификаторе, в зависимости от выбранного режима исследования) с предоставлением рекомендаций по возможному использованию исследуемой пчелиной семьи, в плане селекционной пригодности.

Также программа имеет встроенный модуль геометрической морфометрии, позволяющий достаточно достоверно определять принадлежность изучаемой колонии к одному из подвидов медоносных пчел, представленных в соответствующих классификаторах. Сами же классификаторы полностью совместимы с классификаторами рекомендованной в [COLOSS](#) программы [IdentiFly](#), позволяющей использовать в программе **MorphoXL** специализированные классификаторы другого разработчика.

1.4. Исполняемым файлом приложения является книга Microsoft Excel под названием «MorphoXL.xls». Программа **MorphoXL** разрабатывалась в среде Microsoft Excel-2003 с использованием автоматизации с помощью VBA 6.5 (Microsoft Visual Basic for Applications) и библиотеки времени выполнения **rtIMXL.dll**, созданной в среде VB6 (Microsoft Visual Basic). Для работы в 64-разрядных версиях **Office** программа дополнительно использует сервер автоматизации **COM32on64.exe**. Программа нормально функционирует в среде EXCEL всех последующих выпусков «офисных пакетов программ», включая **Office-2016** – как в 32-разрядной, так и в 64-разрядной версиях.

1.5. Для корректной работы программы в среде Excel должен быть выбран **средний уровень безопасности** (Рис. 1а, 1б), а при открытии программы на предупреждение системы безопасности нажать кнопку **«Не выключать макросы»** в диалоговом окне Excel 2003 или **«Включить содержимое»** в более новых версиях Excel.

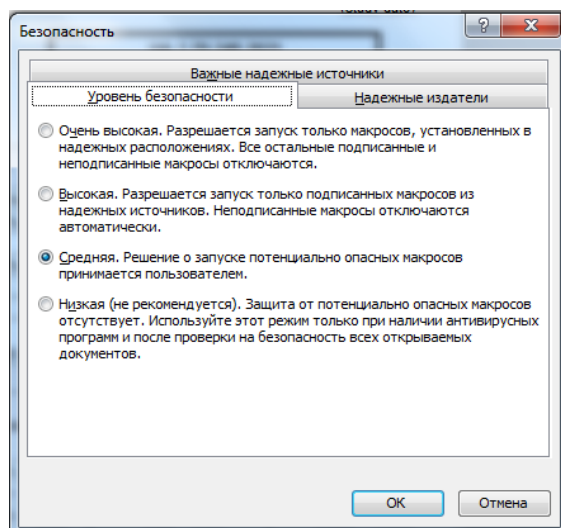


Рисунок 1а – Настройка системы безопасности в Excel 2003

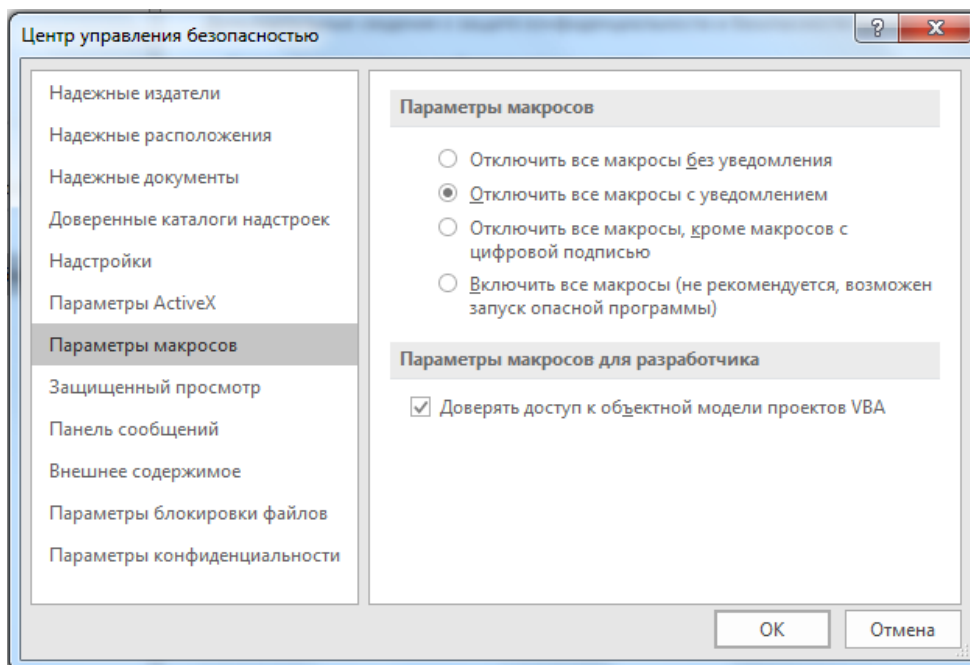


Рисунок 16 – Настройка системы безопасности в более новых версиях Excel

1.6. В качестве исходных данных служат результаты оцифровки крыльев пчел, или трутней - файлы с координатами 8-ми, 12-ти, или 19-ти точек, по каждому правому (или каждому левому) переднему крылу пчел, сформированные в универсальной морфометрической программе общего назначения **TpsDig**, или любой другой программе, генерирующей файлы «*.TPS» аналогичного формата. Также нами разработана программа аналогичного назначения под названием **WingsDig**, специализированная чисто для морфометрии пчел и ориентированная на получение изображений крыльев пчел с помощью USB – микроскопа. Программа **WingsDig** имеет собственную, достаточно подробную инструкцию по использованию, поэтому в дальнейшем здесь речь пойдет в основном о работе в программе **TpsDig**.

1.7. Файлы TPS с 8-точечными измерениями являются наименее информативными и позволяют вычислить только три основных морфометрических индекса: **кубитальный индекс, гантельный индекс и угловое дискоидальное смещение**. Файлы TPS от 12 точек на крыло позволяют вычислить и ряд дополнительных морфометрических индексов. Это общеизвестный прекубитальный индекс и малоизвестные, но достаточно полезные **индекс Майера, индекс Измайлова и индекс Кузьмича**, позволяющие дополнительно оценить степень метизации опытного образца, что не всегда можно заметить по результату анализа основных индексов. Что касается дополнительных и малоизвестных морфометрических индексов, то следует отметить, что они были наработаны как представителями неофициальной отечественной морфометрической школы, так и зарубежной (индекс Майера, Казахстан). И, наконец, файлы «TPS» с 19-точечными измерениями позволяют вычислить и основные, и дополнительные индексы, а также позволяют достаточно достоверно оценить принадлежность опытного образца к одному из подвидов медоносных пчел, при помощи **геометрической морфометрии**. При этом точки на крыле могут быть расставлены как в стиле программы **IdentiFly**, так и в стиле **DAWINO** (программа BeeMorph, Чехия).

1.8. При работе в программе **tpsDig2**, в качестве разделителя целой и дробной части числа используйте символ «запятая» (задается в меню «Опции > Десятичный символ»). Эта рекомендация соответствует настройкам компьютерных региональных стандартов для Украины. На компьютере их можно изменять путем «Панель управления \Язык и региональные стандарты\Региональные параметры\Настройки\Разделитель целой и дробной»). При позиционировании точек на крыле используйте оптимальный масштаб изображения, обеспечивающий достаточно высокую достоверность измерений.

1.9. При получении изображений крыльев с помощью сканера рекомендуется задавать максимально возможное разрешение изображений, но не менее 2400 dpi.

1.10. При работе с USB-микроскопом, как правило, получение изображений выполняется в специализированных программах, предоставляемых с устройством. В настройках этих программ рекомендуется задавать размер кадра 1600x1200, что соответствует разрешению изображения примерно в 6000 dpi. Если этого не сделать, то полученные изображения будут со слишком низким разрешением и мало пригодны для дальнейшей работы. В отличие от таких программ, программа **WingsDig** имеет свой модуль работы с USB-микроскопом, где размер кадра 1600x1200 является настройкой по умолчанию.

1.11. Получить последнюю версию бесплатной англоязычной программы TpsDig2 можно по следующей ссылке: <https://www.sbmorphometrics.org/soft-utility.html>.

1.12. При необходимости все страницы программы MorphoXL (листы книги Excel) могут быть распечатаны или сохранены в файл стандартными средствами (Файл\Печать...). В диалоговом окне «Печать», в качестве имени принтера выбирается из перечня либо реальный принтер, либо программа, реализующая вывод информации в файл (виртуальный принтер). Например, Microsoft Office Document Image Writer, Adobe Acrobat Writer или PDFCreator. Также в программе MorphoXL есть соответствующая команда меню, реализующая сохранение отчета в формате PDF стандартными средствами Microsoft Office, или виртуального принтера PDFreator, если он установлен в системе. При этом программа автоматически формирует оглавление и актуальное информативное наполнение отчета.

2. Подготовка пробы клыльев

2.1. Пчелки для исследования могут быть взяты из подмора (не рекомендуется), или весной, осенью и летом – из гнезда. В последнем случае точность исследования значительно возрастает, потому что исключается фактор возможного блуждания пчел. Если с подмором все более или менее понятно – выгреб из ячейки и готово, то по отбору проб из гнезда есть определенные рекомендации:

- отбирать молодых пчел прямо на расплодной рамке. Оптимальным для исследования считается возраст пчел около 5 дней;
- по другим рекомендациям, на участок расплода на выходе одевается большой маточный колпачок-изолятор и через пять – шесть дней всех пчел с рамки сметают. Рамка с пчелами в изоляторе помещается на 20 минут в морозильную камеру для их умерщвления. Таким образом исключается момент попадания инородного материала в пробу, а также заминания крыльев..

2.2. Для приблизительной оценки семьи на первом году жизни матки (предварительная оценка), как правило, требуется 30 рабочих пчел в пробе. Точная оценка семьи по признакам (полное исследование) требует забора не менее 50 пчел, в особых случаях и 100 пчел. Для оценки отцовской семьи достаточно исследования 50 трутней. Подготовка осуществляется в следующем порядке:

- если пчелы взяты из подмора, их нужно промыть в теплой воде, чтобы они очистились от восковых крошек и не были липкими, после чего просушить;
- крыло отрывается (отстригается ножницами) и аккуратно выкладывается на скотч верхней стороной крыла к скотчу, передней кромкой крыла к себе, после чего прижимается к нему несколькими разглаживающими движениями ногтя (зубочистки) от основания крыла;
- после наклеивания на скотч всех крыльев (клеим в несколько рядов на листе чистой бумаги подписывается номер семьи, скотч с крыльями переворачивается и приклеивается к листу бумаги (вариван для сканера). В случае работы с USB-микроскопом скотч с крыльями накрываем другой полоской прозрачного скотча. Надписи выполняем фломастером;
- если случайно образовались пузырьки воздуха, то аккуратно выгоняем их в холостую зону и проколов иглой разглаживаем пальцем.;
- подготовленная для дальнейшей работы проба показана на **Рисунке 2**.



Рисунок 2 – Подготовленная для сканирования проба крыльев

2.3. Вместо наклеивания крыльев на скотч можно раскладывать их на прозрачный пластик с последующей фиксацией сверху скотчем (Бельгийская школа). При этом один конец скотча предварительно фиксируется к пластику, а после разложения крылышек натягивается и постепенно, вытесняя воздух, приклеивается к пластику. Другой вариант – крылышки наклеиваются на скотч, после чего последний прижимается к листу пластика (Германская школа). Преимуществом наклейки на пластик (органическое стекло) является идеально ровная и гладкая поверхность.

2.4. Возможно использование двух предметных стекол: на одном из них разлагаются крылья, другим они накрываются. Чтобы избежать потери крыльев (поток воздуха!), используется глицерин, который, однако, может повлиять на ясность микроскопической картины. Поэтому смачивается не вся поверхность предметного стекла, а глицерин наносится полосами с помощью кисточки. Затем на эти полосы глицерина выкладываются крылья. Так получают достаточно ясную микроскопическую картину с очень точными измеряемыми величинами. Рутнер советует класть отрезанные крылья в емкость со спиртом, в который добавлено немного сахара. Затем вынутые крылья кладут ровным рядом на предметное стекло. Благодаря добавлению сахара, после испарения спирта они хорошо прилипают к стеклянной пластинке.

2.5. Процесс подготовки материала наиболее ответственный, поэтому используйте тот метод, при котором у Вас достигается наивысшее качество.

3. Получение изображений крыл ↑

3.1. При использовании сканера, его нужно настроить таким образом, чтобы получить изображение с разрешением в пределах 3200 – 4800 dpi. При меньших значениях достоверность результатов значительно снижается. На сканер проба крыльев укладывается обязательно вдоль более длинной стороны поля сканера – чтобы при сканировании лучи пересекали прожилки крыла. Таким образом изображение получается более четкими. После просмотра изображение возвращается в горизонтальное положение средствами графического редактора и сохраняется в соответствующую папку

3.2. Изображение крыльев рекомендуется просмотреть в графическом редакторе, на предмет выбраковки подмятых крыльев или других дефектов. Поскольку их обработка может выдать некорректные результаты, что повлияет на общие результаты оценки семьи. Их лучше изъять из дальнейшей обработки, пометив любым способом. Например, зачеркнуть крест-накрест в редакторе красным цветом.

3.3. В настоящее время очень прогрессивным методом получения изображений крыльев является использование USB-микроскопа. Предлагаются они в разном исполнении и широком ценовом диапазоне, начиная от 13\$ США (см. Рисунок 3). Каждый кадр (крыло) в дальнейшем оцифровывается в программе **TpsDig2** (или **WingsDig**) отдельно, а результаты сохраняются в общий файл с расширением «TPS».



Рисунок 3 – Цифровой USB-микроскоп

Примечание. Программа **WingsDig** имеет собственный модуль для работы с подобным оборудованием, поэтому не нуждается в стороннем программном обеспечении, которое предоставляется с микроскопом.

4. Оцифровывание изображений крыльев

4.1. Для оцифровки изображений крыльев, то есть расстановки точек на крыле и получения их координат, рекомендуется использовать программу TpsDig2 (или WingsDig). Вид иконки программы **TpsDig2** на рабочем столе компьютера показан на рисунке 4.



Рисунок 4 – Иконка для запуска программы TpsDig2

Окно программы TpsDig2 показано на рисунке 5.

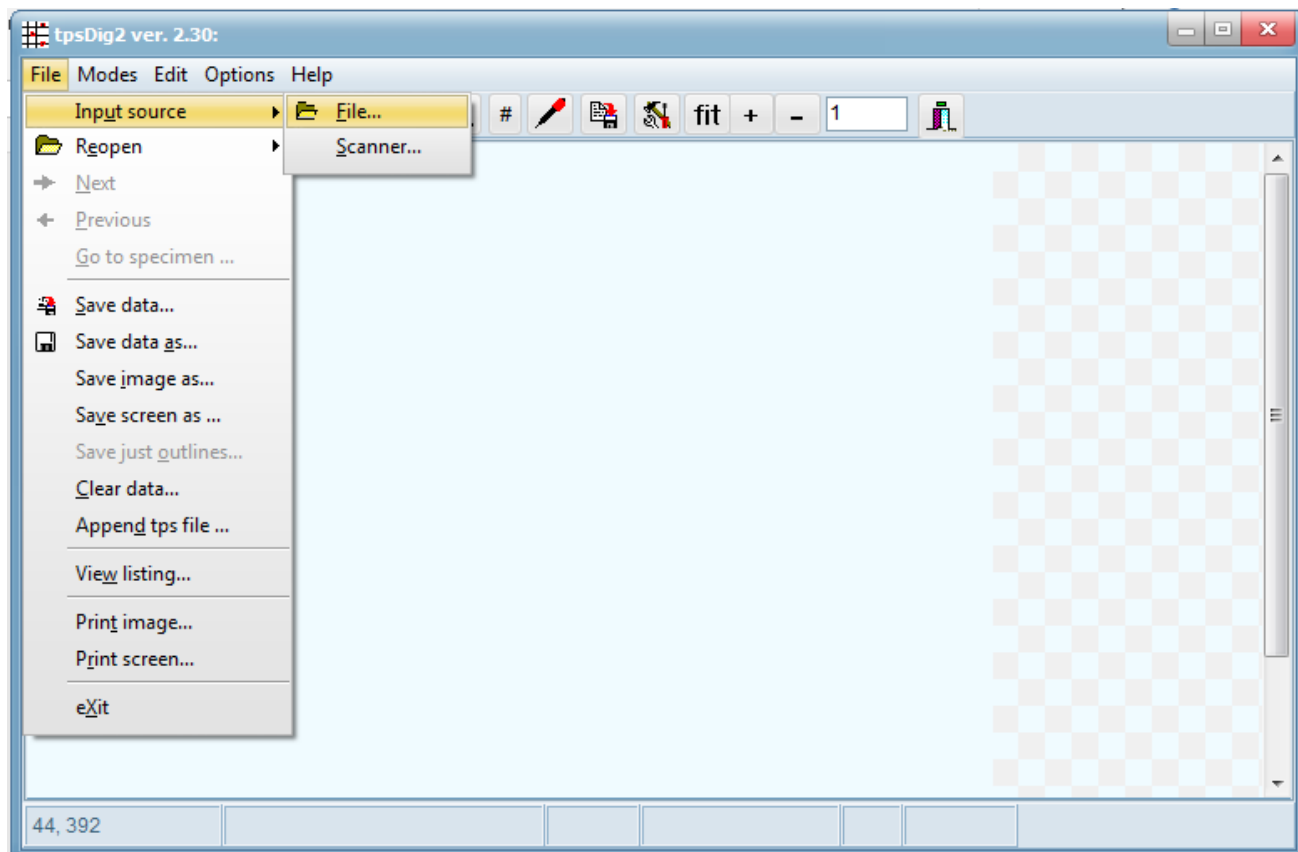



Рисунок 5 – Общий вид программы TpsDig2

Для начала работы запускаем tpsDig2 и загружаем файл с фотографиями крыльев, как показано на рисунке 7. В следующем диалоговом окне открытия файла необходимо указать тип изображения (расширение), или выбрать опцию «All graphics», и отыскать нужный файл изображения в файловой системе компьютера. После успешной загрузки необходимо выбрать режим оцифровки (кнопка с прицелом ) , как показано на рисунке 6.

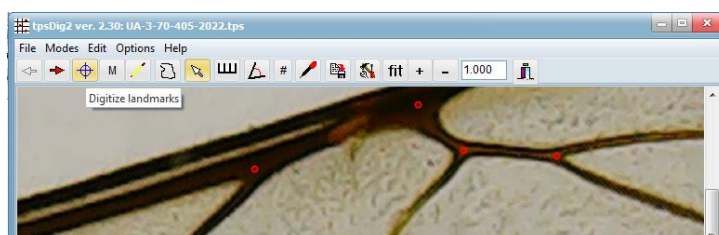


Рисунок 6 – Выбор режима расстановки точек

4.2. Порядок и расположение точек для 8-точечной морфометрии

Точки ставим в строго определенной последовательности, в местах пересечения осей жилок, по 8 точек на каждое крыло. Точки 1 и 2 ставим несколько иначе – на внутренних поверхностях овальных жилок, на максимальной удаленности друг от друга. Последовательность точек указана ниже:

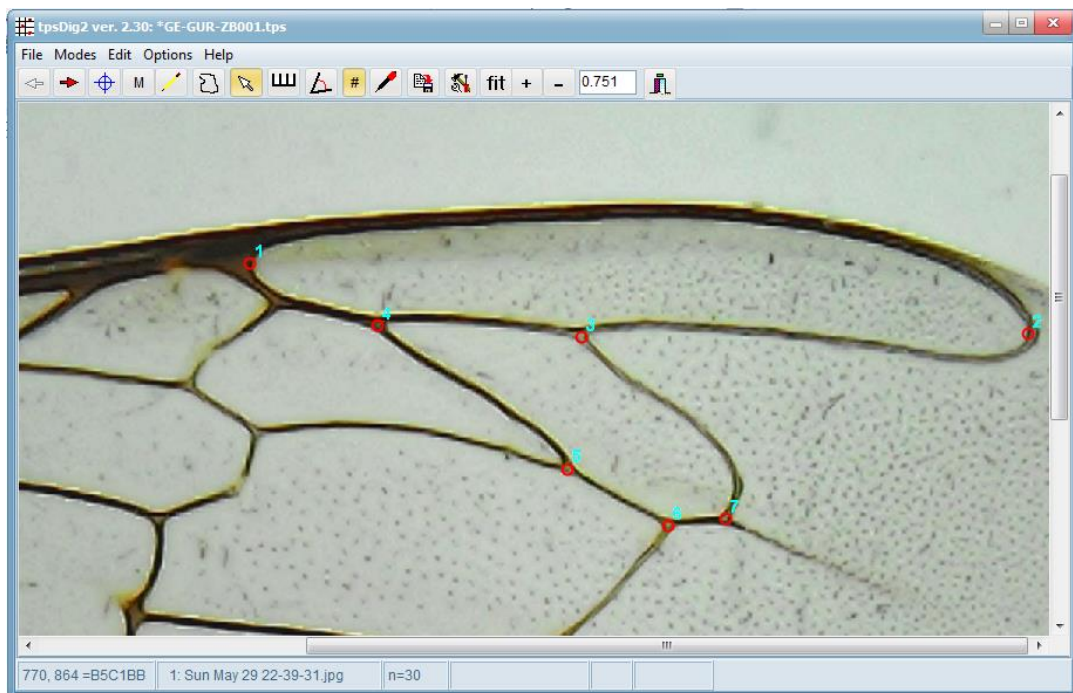


Рисунок 7 – Последовательность расстановки точек в 8-точечной морфометрии

Предварительно необходимо выполнить настройку размера точек. По рекомендации Фридриха Рутнера (для точек 3-8), размер точки необходимо задавать таким образом, чтобы она полностью вписывалась в узелок на пересечении жилок, и касалась границ узелка не менее чем в трех местах (см. рисунок 8). В этом случае центры точки и узелка совпадают.

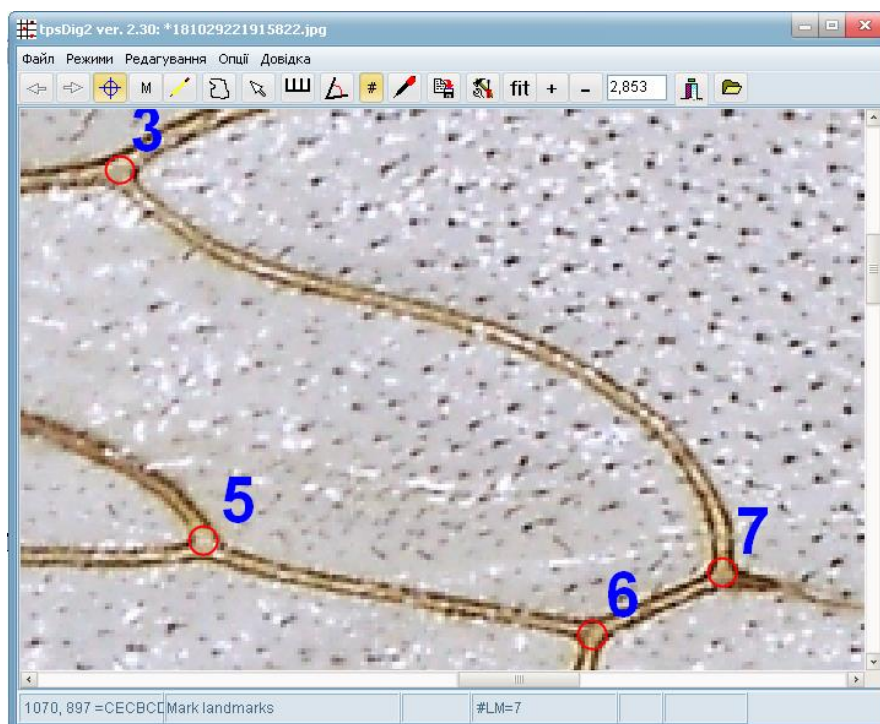



Рисунок 8 – Пример позиционирования точек 3-8

Диалоговое окно настройки размера точек (см. Рисунок 9). вызываемая командой меню «Options\Image tools», или кнопкой  на панели инструментов.

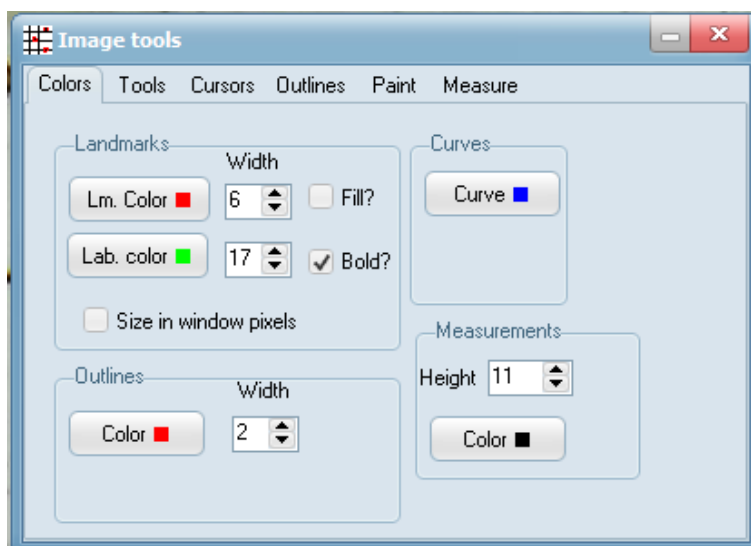



Рисунок 9 – Окно настроек

При необходимости расположение точки на крыле можно отредактировать, изменив режим работы программы из режима расстановки точек на режим редактирования. Для этого необходимо выполнить команду меню «**Mode\Edit**» или нажать кнопку  на панели инструментов.

Иногда возникает ситуация, когда случайно поставлена излишняя точка на крыле. Тогда переходим в режим редактирования и правой клавишей мыши вызываем на этой лишней точке контекстное меню (см. Рисунок 10). Если же случайно не поставили точку, то есть пропустили, то контекстное меню вызывается на следующей по пропущенной точке (по номеру) и выполняется команда «**Insert landmark**».

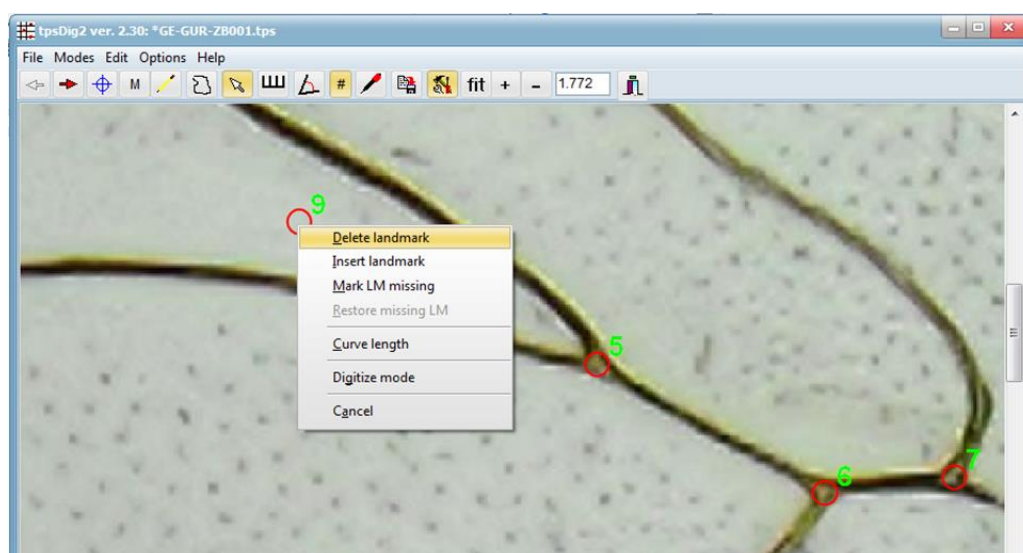



Рисунок 10 – Редактирование точки

Если отсутствие точки обнаружено при повторном открытии файла tps, то программа tpsDig2 уже не сможет добавить новую точку по нужному номеру, а только в конец списка. В этом случае рекомендуется найти то крыло с отсутствующей точкой, удалить все ранее поставленные на нем точки и расставить их снова.

После того, как все точки на крыльях будут расставлены, сохраняем результаты нашей работы в файле с расширением «tps». Для этого необходимо вызвать диалоговое окно сохранения файлов, нажав кнопку  на панели инструментов.

4.3. Порядок и расположение точек для 12-точечной морфометрии

Этот формат был разработан специально для возможности вычисления всех дополнительных морфометрических индексов, при минимальном количестве точек на крыле. По сути это наши 8 точек из предыдущего раздела (красным цветом), плюс 4 полнительные точки, которые на рисунке 11 обозначены синим цветом.

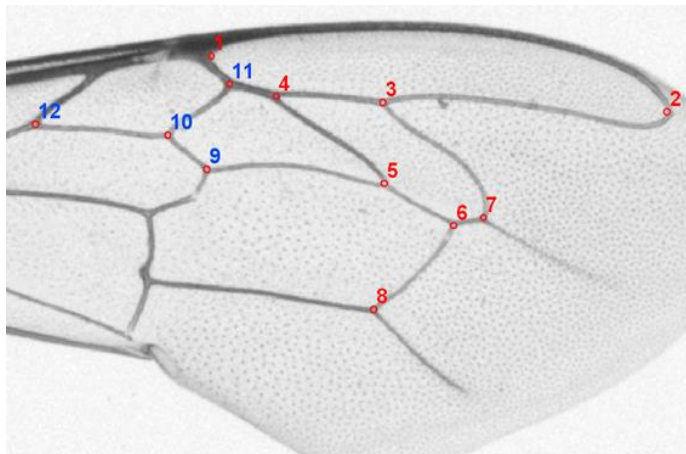


Рисунок 11 – Последовательность расстановки точек в 12-точечной морфометрии

Как уже отмечалось, дополнительные точки позволяют вычислить **Прекубитальный индекс, индекс Майера, индекс Измайлова и индекс Кузьмича**.

4.4. Порядок и расположение точек для 19-точечной морфометрии

Здесь следует отметить, что для 19-точечной морфометрии нет единого «стандартного» правила расположения точек на крыле, поскольку каждый разработчик программного обеспечения придумывал свои специфические правила. По этой причине в программе MorphoXL реализована возможность только с двумя наиболее распространенными вариантами. Первый из них, самый старый и хорошо известный протокол DAWINO (Рисунок 12) – разработка чешского института пчеловодства, выполняющая анализ породной принадлежности исследуемой пробы методом дискриминантного анализа, по данным классической морфометрии. Обрабатывает значение морфометрических индексов крыла и ряд геометрических параметров (длина, ширина, площади отдельных полей, углы). Следующий «стандарт» предлагает программа IdentiFly, выполняющая анализ породной принадлежности более современным методом – дискриминантный анализ по данным геометрической морфометрии, базирующейся на теории подобия форм.

Программа MorphoXL также выполняет наиболее современный метод – дискриминантный анализ по данным геометрической морфометрии, однако входные данные могут быть получены в любом и двух форматах. Наряду с этим программа вычисляет и несколько параметров по классической морфометрии, которые используются в алгоритмах определения селекционной пригодности матки-основательницы в исследуемой колонии.

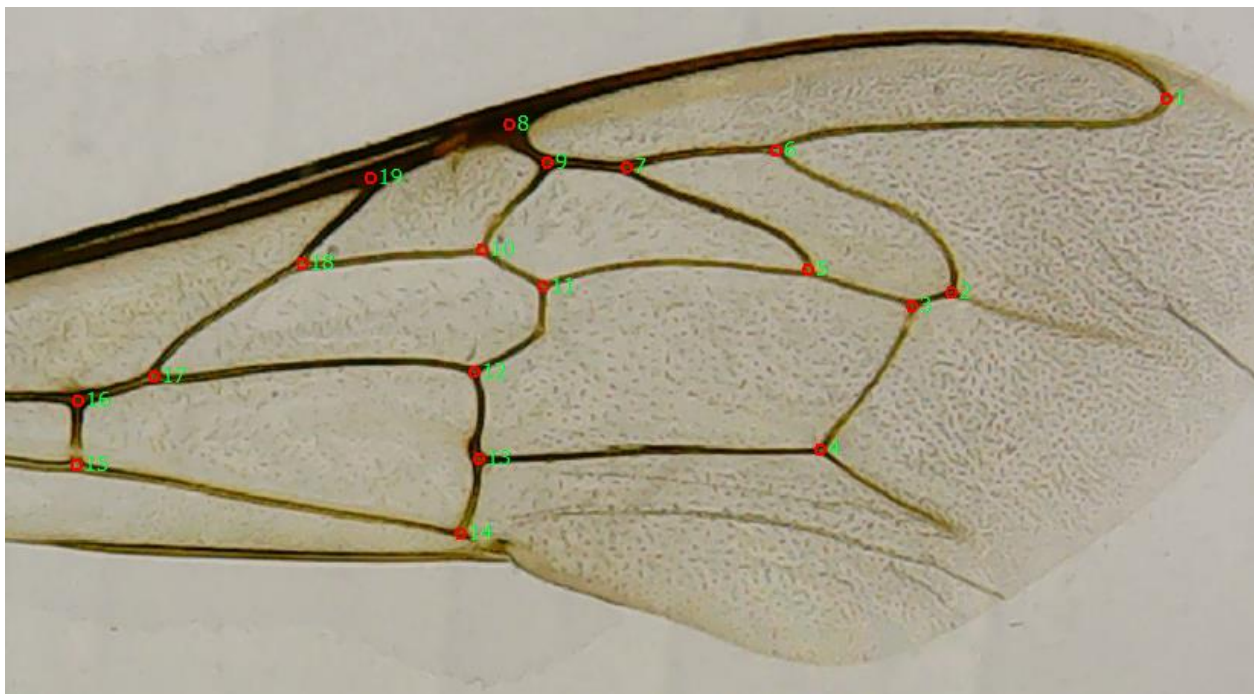


Рисунок 12 – Порядок и расположение точек для 19-точечной морфометрии по протоколом DAWINO

Хотя нумерация точек здесь совершенно отлична от рассмотренных выше, однако общие правила позиционирования точек остаются такими же, за определенным исключением для точек 8 и 19. Они также находятся «по центру узелка на пересечении жилок», однако размеры их узелков значительно больше остальных

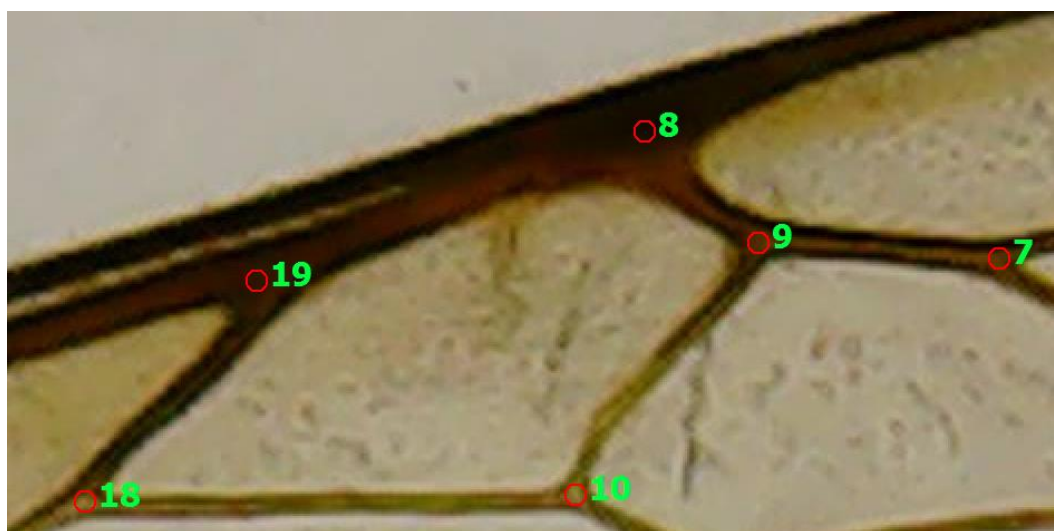


Рисунок 13 – Особенности расположения точек 8 и 19 по протоколу DAWINO

Особенностью стиля программы **IdentiFily** является не только другая нумерация тех же 19 точек, но и само изображение крыла обращено по горизонтали на 180 градусов (Рис. 14).

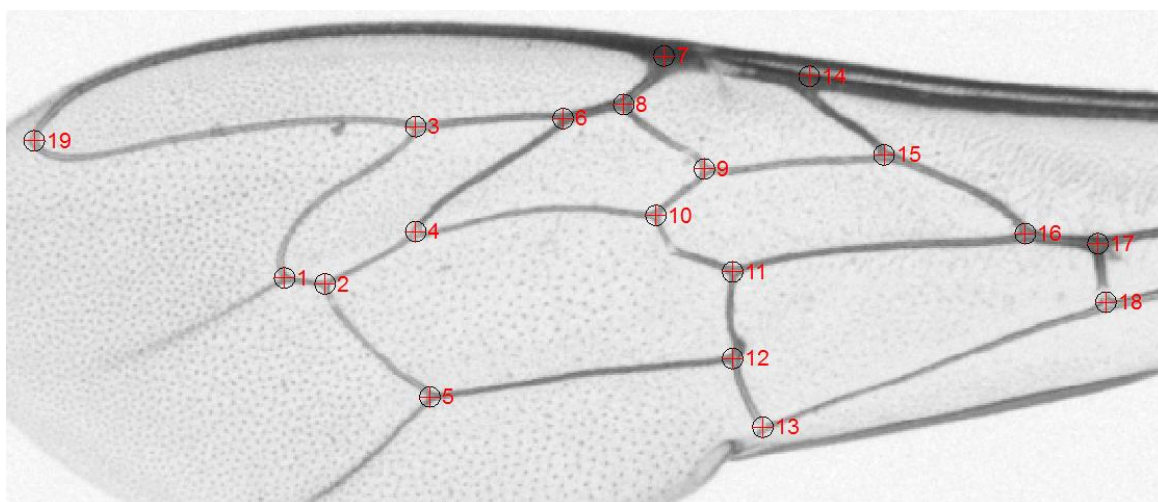


Рисунок 14 – Порядок и расположение точек для 19-точечной морфометрии в стиле IdentiFily

Правило позиционирования точки 7 здесь полностью соответствует своему аналогу в стиле DAWINO (где она является точкой 8), однако для точки 14 есть определенная особенность – две верхние параллельные линии считаются одной жилкой, поэтому «узелок на пересечении» получает значительно большие размеры и центр узелка смещается вверх.

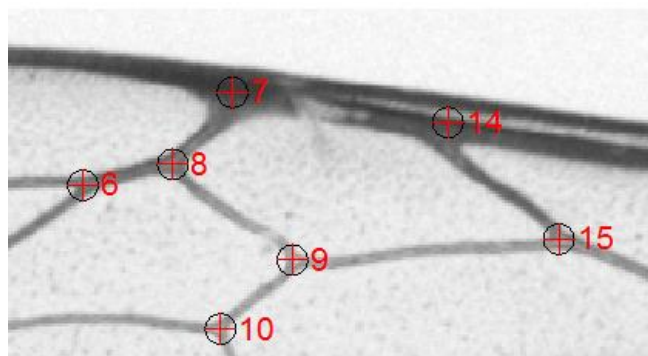


Рисунок 15 – Особенности расположения точек 7 и 14 в стиле IdentiFily

4.5. Также следует отметить, что обязательным условием для дальнейшей корректной работы с сохраненным файлом "tps" является его размещение в ту же папку, где находятся файлы изображений крыльев. Это связано с тем, что файл tps является обычным текстовым файлом и кроме координат точек, в нем указывается только название файла с изображением крыла, на котором точки были проставлены. То есть считается, что изображения крыльев находятся рядом, в том же каталоге. Поэтому когда возникает необходимость повторного редактирования файла tps, редактор ищет нужное изображение рядом, откуда был загружен файл tps. Если же по каким-либо причинам пользователь хочет сохранять изображение крыльев отдельно от местоположения файла «tps», то перед его сохранением в редакторе необходимо поставить опцию **«Specify the full path to the images»**.

4.6. При сохранении результатов исследований на диске компьютера, рекомендуется ввести какую-то единую и удобную для пользователя структуру каталогов, которая включала бы в названиях папок год исследования, номер колонии или матки, номер точка и т.д. Подобная систематизация папок позволит в дальнейшем значительно упростить поиск нужной информации в дальнейшем.



4.7. Также в программе tpsDig2 есть возможность в одном файле сохранять результаты оцифровки крыльев для нескольких изображений. Для этого при сохранении результатов оцифровки каждого последующего изображения, в диалоговом окне выбираем ранее созданный файл «tps», а на сообщение программы о том, что такой файл уже существует, ответить «Добавить» («**Append**»). При следующем открытии такого комплексного файла в программе tpsDig2 становятся доступны кнопки со стрелками   на панели инструментов, с использованием которых выполняется перемещение по изображениям.



Рисунок 16 – Сохранение результатов оцифровывания в сборный файл «tps»

Здесь следует отметить, что в отличие от tpsDig2, программа **WingsDig** максимально адаптирована именно к работе с большим количеством изображений (отдельное изображение для каждого крыла) в файле «tps», поэтому более удобна в данной ситуации.

5. Обработка результатов оцифровывания в программе «MorphoXL»

5.1. Запускаем Excel и открываем в нем файл "MorphoXL.xls". Такого же эффекта можно достичь, если выполнить двойной клик на файле «MorphoXL.xls» в окне любого файлового менеджера. Если уровень безопасности установлен так, как было рекомендовано в п. 1.5, среда Excel выведет сообщение системы безопасности о наличии макросов в книге «MorphoXL.xls». Если ваша версия программы получена из легальных источников, то смело жмем кнопку "Не выключать макросы" (см. рисунок 17а), для версии Excel 2003 и более ранних версий. Для более новых версий, начиная с Excel 2007, жмем кнопку «Включить содержимое» (см. Рисунок 17б). В противном случае программа работать не будет.

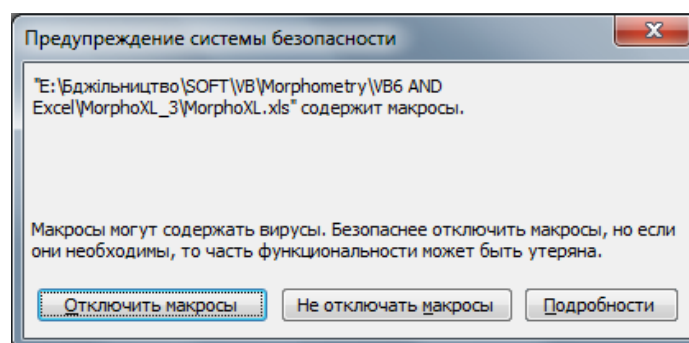


Рисунок 17а – Предупреждение системы безопасности в Excel 2003



Рисунок 17б – Попередження системи безпеки в більш нових версіях Excel

5.2. Для начала работы необходимо вызвать меню программы с набором соответствующих команд. Для этого нужно нажать левой кнопкой мышки на пиктограмме



или одновременно нажатой клавиши «Ctrl» и «t» на клавиатуре (раскладка клавиатуры обязательно английская). В результате появится плавающее меню, в котором мы выбираем команду «Получить данные измерений из файла TPS».

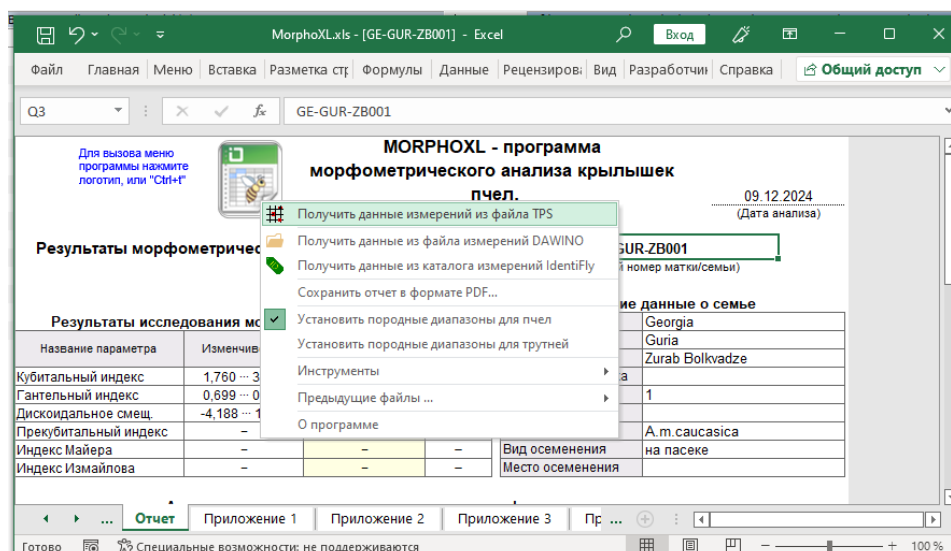


Рисунок 18 – Выполнение команды на получение данных из файлов TPS

5.3. Программа предложит открыть файл с координатами точек, который ранее был создан в редакторе файлов «tps» – см. раздел Рисунок 19.

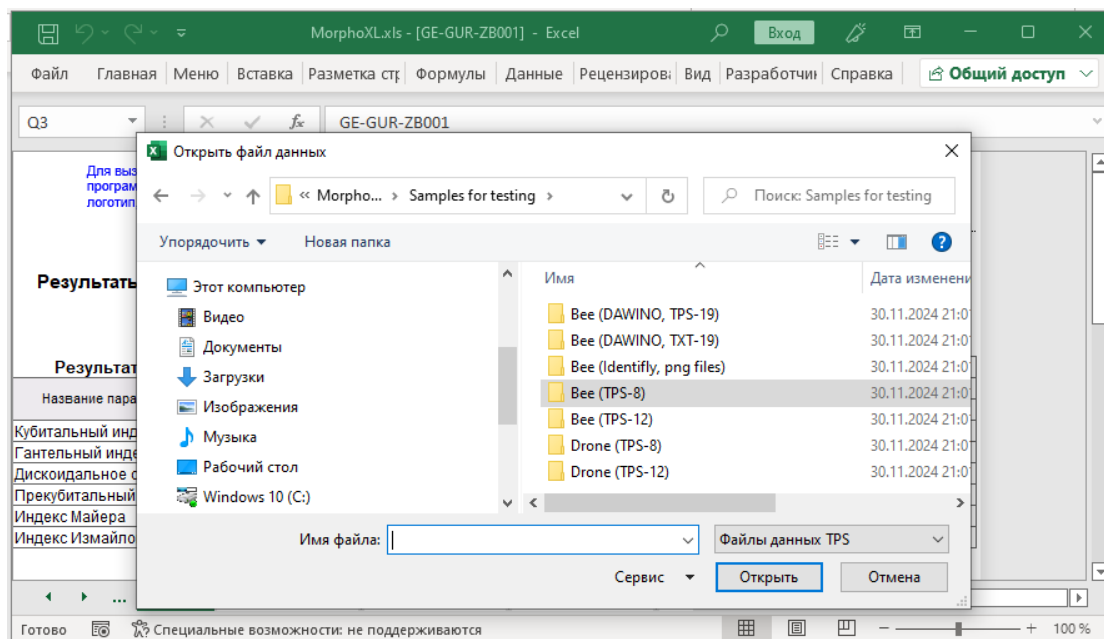


Рисунок 19 – Диалоговое окно открытия документа

При успешной загрузке и обработке данных будет выдано соответствующее сообщение (см. Рисунок 20).

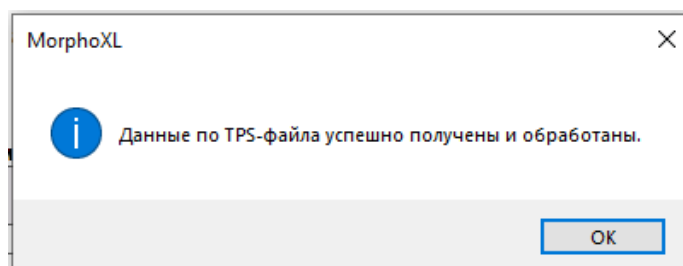


Рисунок 20 – Сообщение программы об успешном выполнении анализа

Аналогично, программа позволяет загрузить и обработать результаты измерений в стиле **DAWINO**, которые находятся в файлах с расширением «txt» и «csv». Также программа имеет отдельную команду для обработки результатов оцифровки, выполненных в программе **IdentifyFly**, хотя здесь есть особенность – эти данные находятся не в отдельном файле, а в самих файлах изображений крылышек формата «png». Поэтому в этом случае мы указываем программе MorphoXL не отдельный файл, а путь в каталог, где находятся файлы изображений крылышек, обработанные в программе IdentifyFly.

5.5. При необходимости породные диапазоны могут быть изменены пользователем на листе «Опции», где допускается корректировка их границ, при помощи выпадающих списков допустимых значений – см. Рисунок 21. Разрешается также изменять и названия пород, что позволяет адаптировать программу в соответствии с потребностями пользователя, перечнем актуальных пород пчел в его местности. В разделе «Исследование популяции» говорится о том, как определить или уточнить границы породного диапазона любого индекса для каждой отдельной породы (подвида) медоносных пчел.

5.6. Можно также изменить язык интерфейса программы MorphoXL на листе «Опции» из списка доступных языков (Рисунок 23). Все доступные языковые файлы с расширением *.lng находятся в папке программы.

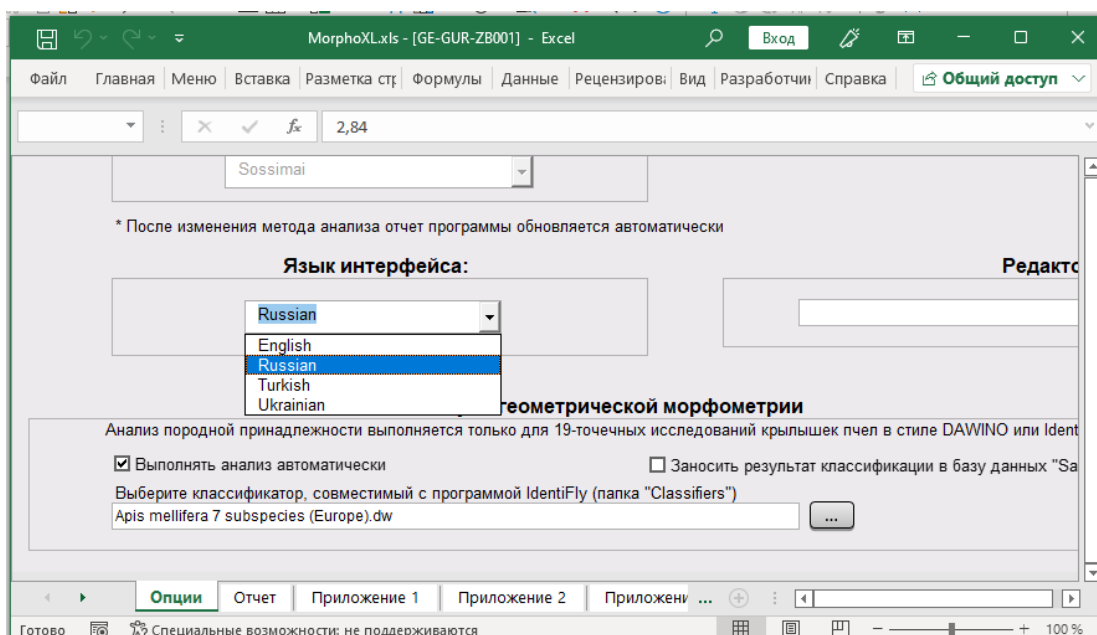


Рисунок 23 – Выбор языка интерфейса

Также можно указать/изменить путь к местоположению редактора файлов «tps», чтобы можно было его вызвать с помощью выпадающего меню MorphoXL (Рис. 24). Настройка режима работы модуля геометрической морфометрии: включить/выключить модуль, выбрать другой классификатор, выбрать режим сохранения результатов анализа в базу данных. Накопление таких результатов позволяет в будущем разработать новые классификаторы для идентификации ранее не исследованных отдельных подвидов или географических популяций пчел.

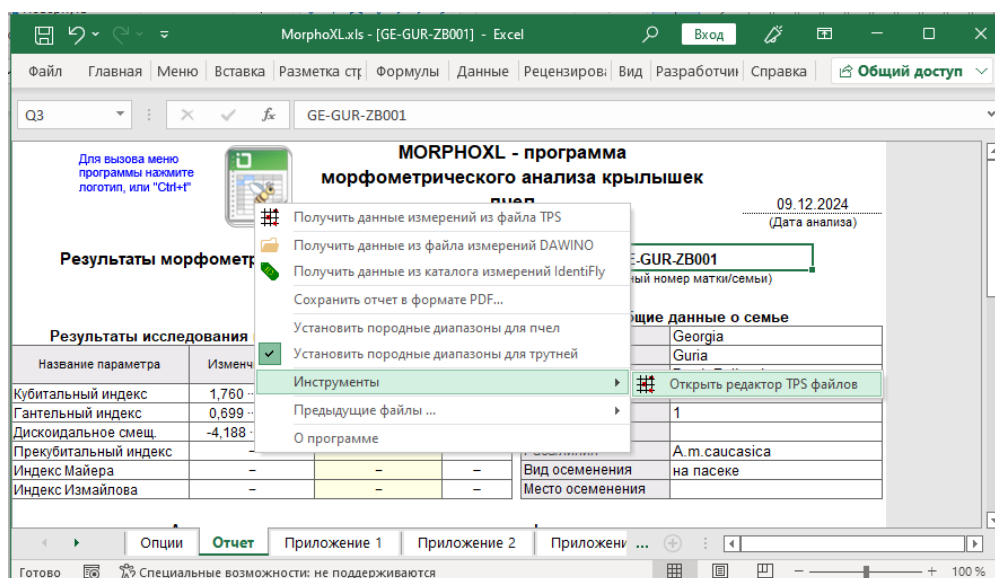
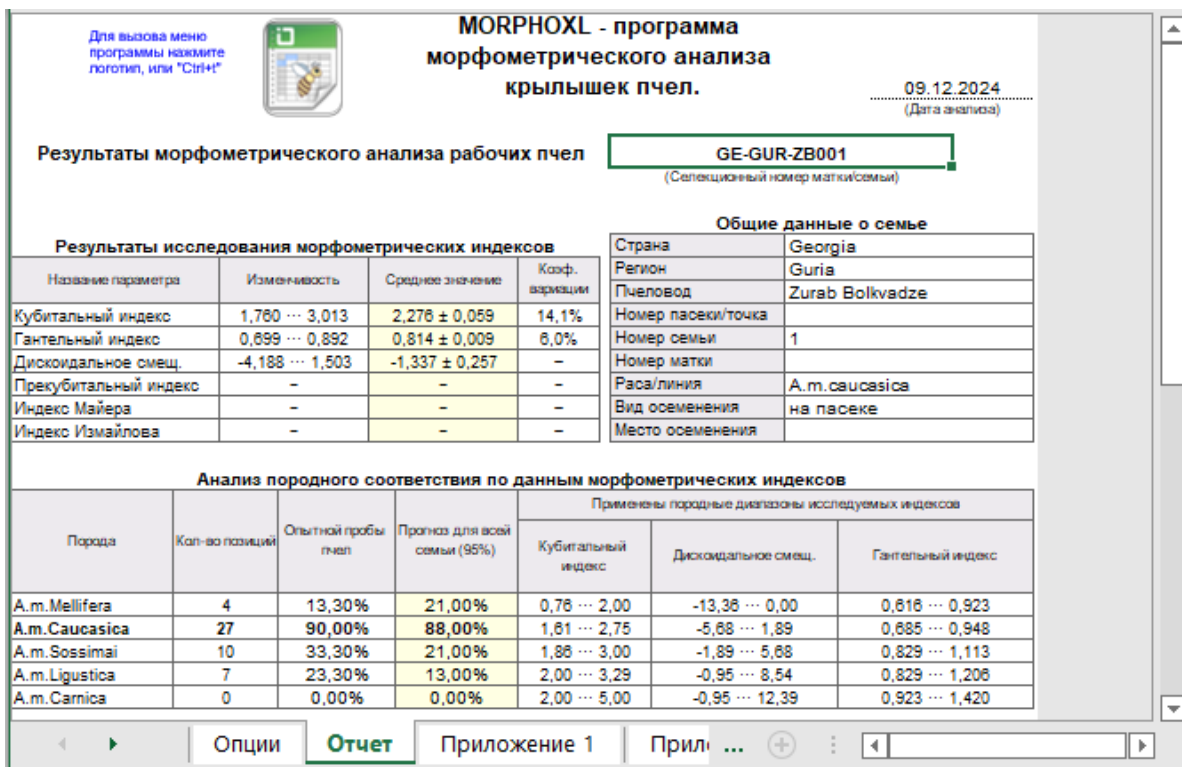


Рисунок 24 – Дополнительные инструменты в меню MorphoXL

Программа сохраняет историю работы с документами "tps", "txt", "csv", что позволяет избежать сложной навигации по файловой структуре компьютера, при необходимости повторного просмотра. Для этого следует использовать команду меню «Предыдущие файлы...».

6. Анализ результатов

6.1. Анализ полученных результатов исследования селекционной пригодности и породной принадлежности получаем на листе «Отчет», где указан процент соответствия преобладающей породе по вероятностной оценке, а также рекомендации по дальнейшему использованию изучаемой колонии пчел в селекционном деле.



MORPHOXL - программа морфометрического анализа крылышек пчел.

09.12.2024 (Дата анализа)

Результаты морфометрического анализа рабочих пчел: **GE-GUR-ZB001** (Селекционный номер матки/семьи)

Результаты исследования морфометрических индексов

Название параметра	Изменчивость	Среднее значение	Коэф. вариации
Кубитальный индекс	1,760 ... 3,013	2,276 ± 0,059	14,1%
Гантельный индекс	0,699 ... 0,892	0,814 ± 0,009	6,0%
Дискоидальное смещ.	-4,188 ... 1,503	-1,337 ± 0,257	-
Прекубитальный индекс	-	-	-
Индекс Майера	-	-	-
Индекс Измайлова	-	-	-

Общие данные о семье

Страна	Georgia
Регион	Guria
Пчеловод	Zurab Bolkvadze
Номер пасеки/точка	
Номер семьи	1
Номер матки	
Раса/линия	A.m.caucasica
Вид осеменения	на пасеке
Место осеменения	

Анализ породного соответствия по данным морфометрических индексов

Порода	Кол-во позиций	Опытной пробы пчел	Прогноз для всей семьи (95%)	Применены породные диапазоны исследуемых индексов		
				Кубитальный индекс	Дискоидальное смещ.	Гантельный индекс
A.m.Mellifera	4	13,30%	21,00%	0,76 ... 2,00	-13,36 ... 0,00	0,616 ... 0,923
A.m.Caucasica	27	90,00%	88,00%	1,61 ... 2,75	-5,68 ... 1,89	0,685 ... 0,948
A.m.Sossimai	10	33,30%	21,00%	1,86 ... 3,00	-1,89 ... 5,68	0,829 ... 1,113
A.m.Ligustica	7	23,30%	13,00%	2,00 ... 3,29	-0,95 ... 8,54	0,829 ... 1,206
A.m.Carnica	0	0,00%	0,00%	2,00 ... 5,00	-0,95 ... 12,39	0,923 ... 1,420

Опции **Отчет** Приложение 1 Прил ...

Рисунок 25 – Главная страница отчета программы MorphoXL

Возможные рекомендации программы по дальнейшему использованию исследуемой колонии показаны ниже, в порядке возрастания селекционной ценности:

1. «матка этой семьи для размножения не пригодна»
2. «матка этой семьи для селекции не перспективна»
3. «матка этой семьи пригодна для дальнейшей селекции (улучшения)»
4. «матка этой семьи пригодна для репродукции»
5. «матка этой семьи может быть основательницей селекционной линии»

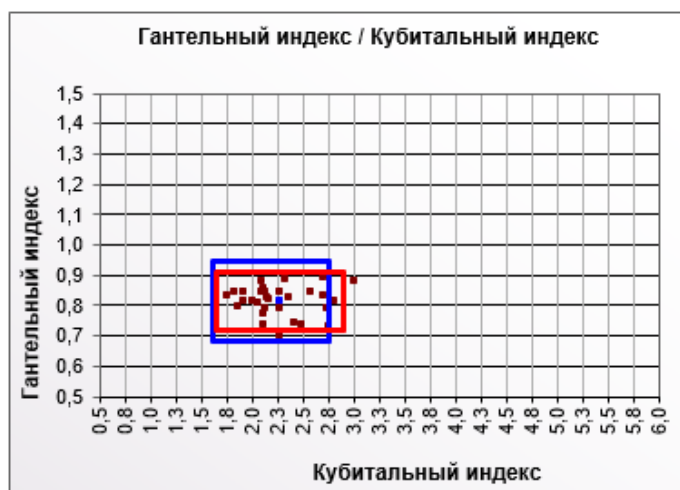
6.2. В случае, если программа рекомендует использование «...основательницей селекционной линии» или «...для репродукции», Вас можно поздравить. Вы нашли уникальную по консолидации породоопределяющих признаков колонию и Вам остается лишь проверить этот замечательный результат с помощью модуля геометрической морфометрии, а в отдельных случаях и генетических исследований. Ну а если вердикт программы не утешителен, то в первую очередь нужно убедиться, что при исследовании крылышек этой семьи Вы не допустили ошибок.

6.3. При оценке селекционной пригодности программа анализирует степень гибридизации по каждому из исследуемых индексов. Возможны значения гибридизации: "гибрид", "допустимая", "незначительная", "отсутствует". Другим оцениваемым признаком является целостность колонии, характеризующая степень однородности колонии и принимающая следующие значения: «нарушенная», «нормальная», «идеальная». Последний показатель вычисляется для кубитального и гантельного индексов и приведенная шкала оценок

полностью соответствует значению коэффициента вариации изучаемого индекса: для **Ci** – “>20%”, “12,5%...20%”, “<12,5%” и для **Hi** – “>7,5%”, “6,5%...7,5%”, “<6,5%”.

Низкая оценка колонии часто бывает следствием нескольких не определенных крыльев. В таком случае на листе "Приложение 2" записи этих крыльев будут показаны шрифтом красного цвета. В этом случае необходимо проверить правильность позиционирования точек на изображениях этих проблемных крыльев. Итак, открываем редактор файлов «tps» и загружаем в него нужный файл. В редакторе находим проблемное крыло и проверяем качество позиционирования - поскольку вполне вероятно, что виновато не само крыло, а не слишком ловкая рука, усталость или невнимательность. Если увидели ошибку – исправляем ее и анализируем пробу повторно.

6.4. Если программа сетует на слишком высокую гибридизацию или слишком низкую целостность колонии, то причины ищем на одном из трех графиков (см. Рисунок 26), которые находятся в нижней части листа «Отчет». В этом случае смотрим график с нужным индексом, где находим точки, выходящие за пределы красного (доверительные интервалы) или даже синего (породные диапазоны) прямоугольника. Подводим поочередно к каждой из них курсор, и он показывает в скобках значение индексов для этой точки: сначала по горизонтальной оси, затем по вертикальной. Запоминаем эти индексы, переходим на лист "Приложение 2". Вызываем диалоговое окно поиска (одновременно нажать клавиши Ctrl+F), вводим там значение нужного индекса и находим нужное крыло. Далее анализируем правильность его оцифровки в программе tpsDig2 – как уже описано выше, в п. 6.3.



Малюнок 26 – Распределение H_i/C_i (породные диапазоны и доверительные интервалы по двум индексам)

6.5. Если все возможные причины исчерпаны и это не привело к улучшению оценки программой, то такую семью нецелесообразно использовать в дальнейшей селекционной работе.

6.6. Графики распределения частоты основных морфометрических индексов по классам (вариационные кривые) находятся на листе «Приложение 1». Они бывают полезны для визуального обнаружения примесей других пород, по пикам в несвойственных для преобладающей породы классах. На рисунке 27 показана вариационная кривая распределения кубитального индекса по классам. Между двумя зелеными вертикальными линиями на этом графике находится так называемый «диапазон чистой линии». По методике Рутнера, в чистопоронную колонию в эту область должны попадать не менее 66% пчел исследуемой пробы. Увеличение количества пчел в этом диапазоне является одним из факторов, влияющих на более высокую селекционную оценку колонии. Левее и правее «диапазона чистой линии» находятся «критические области» (между зеленой и синей линиями). В каждой из них количество пчел не должно превышать 15%. Вне критических областей, то есть дальше за синими линиями, с обеих сторон должно попадать не более чем по 2% пчел. В нижеприведенном графике данные правила не выполняются в «левой критической области». Вывод программы – «матка этой семьи для селекции не перспективна».



Рисунок 27 – Вариационная кривая кубитального индекса

Подобным образом анализируются вариационные кривые для гантельного индекса и дискового углового смещения.

На листах «Приложение 2» и «Приложение 3» приведены вариационные кривые для дополнительных морфометрических индексов (Рис. 28), которые мы можем получить только для 12-точечных и 19-точечных исследований. Это прекубитальный индекс, индекс Майера, индекс Измайлова и индекс Кузьмича. Как отмечалось, дополнительные индексы позволяют дополнительно и более тщательно исследовать возможную метизацию исследуемой пробы другим подвидом пчел.



Рисунок 28 – Вариационная кривая прекубитального индекса

Здесь следует отметить, что вышеприведенный прекубитальный индекс (Рис. 28), как и индекс Кузьмича, имеют выраженное свойство служить «маркерами присутствия» в подопытной пробе для подвидов *A.m.mellifera* и *A.m.saucasica* соответственно. При этом данное свойство сохраняется даже тогда, когда по остальным индексам данную метизацию не удастся отследить. Свидетельством такой метизации по прекубитальному индексу будет попадание образцов (условно) в 19-23 классы, что и будет свидетельствовать о метизации мелиферой для других подвидов пчел.

7. Модуль геометрической морфометрии

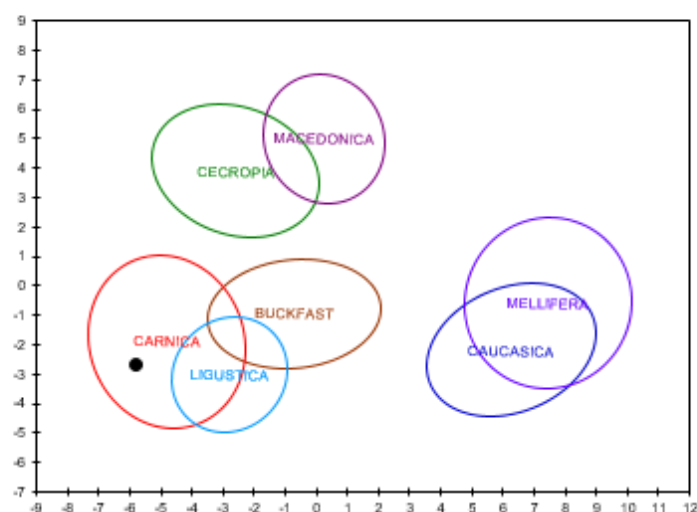
Если предыдущие разделы базировались на анализе отдельных элементов классической морфометрии и в основном служили для определения селекционной пригодности матки-основательницы исследуемой колонии, то данный раздел имеет целью наиболее достоверное определение принадлежности исследовательской колонии к одному из подвидов (или эволюционных линий) пчел, представленных в использованном классификаторе. Данный метод анализа используется только для 19-точечных исследований рабочих пчел, как в стиле *IdentiFly*, так и в стиле *DAWINO*. Результаты исследования, по данному методу, предоставлены программой на листе «Приложение 5».

Линейный дискриминантный анализ по данным геометрической морфометрии

Образец: UA-3-70-408-2022
Классификатор: *Apis mellifera* 7 subspecies (Europe).dw
Дата: 10.12.2024

CVA – оценки опытного образца

CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	CV6
-5,793778376	-2,659049304	0,109071269	0,165565952	1,202101195	-0,123923864



Результаты классификации

	По функциям классификации	Расстояния Махаланобиса	Апостериорные вероятности, %
CARNICA	149405,87	2,6772	95,73
LIGUSTICA	149395,18	5,4504	3,82
BUCKFAST	149390,20	6,6851	0,45
CECROPIA	149376,52	10,1787	0,00
CAUCASICA	149325,79	12,0592	0,00
MACEDONICA	149360,82	12,45	0,00
MELLIFERA	149307,13	13,6304	0,00

Рисунок 29 – Отчет модуля геометрической морфометрии

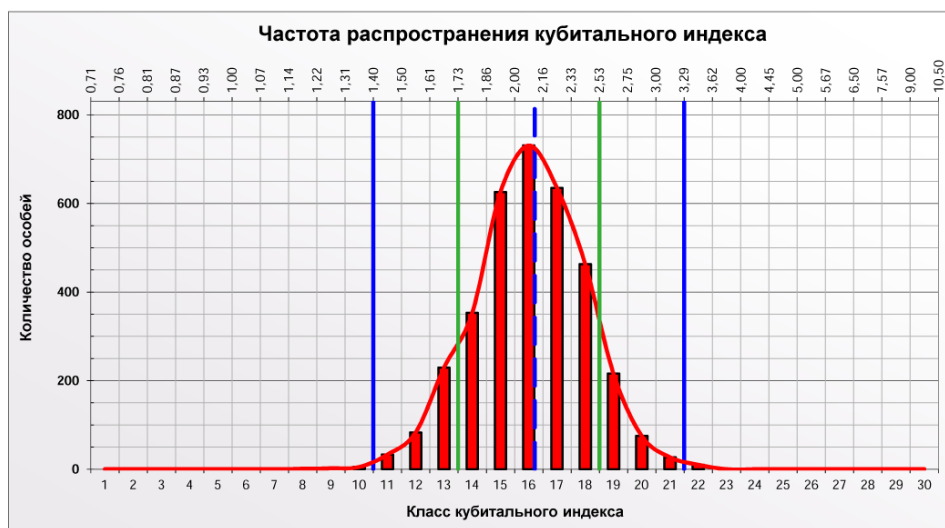
Важно: для верного толкования вышеприведенного отчета следует отметить, что графическая часть обладает лишь долевым информативностью, поскольку иллюстрирует нам всего лишь проекцию многомерного пространства на двухмерную плоскость. Следовательно, окончательные и исчерпывающие результаты анализа находятся ниже, в таблице «Результаты классификации», а графическая часть лишь частично их иллюстрирует.

8. Исследлвание популяции, определение породных диапазонов

Может возникнуть ситуация, когда для одной из пород необходимо уточнить, определить границы породного диапазона для определенного морфометрического индекса. Для этого необходимо выполнить морфометрические исследования пчел данного подвида в пределах их природного ареала и построить вариационную кривую по требуемому морфометрическому признаку. Методика определения породного диапазона по вариационной кривой популяции описана в труде Ф. Рутнера "Техника разведения и селекционный отбор пчел". Ниже представлен пример определения границ породного диапазона кубитального индекса в пределах естественной популяции кавказских пчел.

Вахтанг Кахиашивили, Игорь Довгунук, 18.10.2022 р.

Обобщающие вариационные кривые по результатам морфометрических исследований жилкования крыльев в колониях кавказских пчел на территории Грузии, по состоянию на 2022 год. Всего исследовано 3489 пчел в 103 колониях.



\bar{M}	Min	Max	СКО	Cv	Доверит. интервал (95%)	
					Min	Max
2,114	1,174	3,617	0,315	14,9%	1,497	2,731

Полный диапазон значений – классы 11...21, охватывает 99,48% пчел
Породный диапазон (6 классов по методике Рутнера) – классы 13...19, охватывает 93,24% пчел
Диапазон типчных значений (предел $\geq 66\%$ пчел) - классы 14...18, охватывает 80,48% пчел

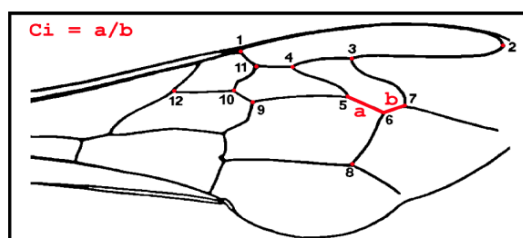


Рисунок 30 – Пример построения вариационной кривой кубитального индекса при исследовании популяций пчел

По подобной методике определяются какие-либо другие необходимые морфометрические признаки популяций пчел в пределах их естественного ареала.

9. Лицензия

Программа MorphoXL является условно бесплатным программным обеспечением. Незарегистрированная версия не накладывает на пользователя каких-либо временных ограничений в использовании, однако функциональность программы будет ограничена только до определения селекционной пригодности по данным 8-точечных исследований рабочих пчел. В начале использования пользователю предоставляется ознакомительный период с полной функциональностью, после чего программа автоматически будет переведена в режим ограниченной функциональности.

Информацию о состоянии регистрации программы можно получить в диалоговом окне, используя команду меню «О программе».

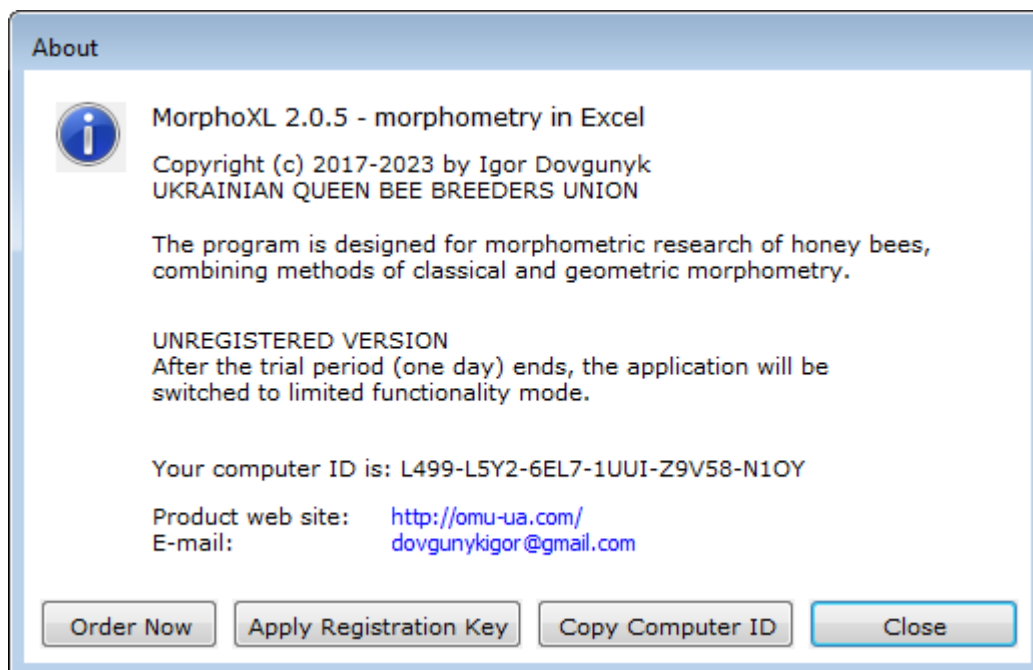


Рисунок 31 – Диалоговое окно «О программе»

Для регистрации приложения используется регистрационный ключ. Для каждого компьютера существует свой уникальный идентификатор «Computer ID». Для получения регистрационного ключа необходимо отправить идентификатор компьютера пользователя на электронный адрес, указанный в диалоговом окне. Если выполнить двойной клик на этом электронном адресе и при условии, что на компьютере отконфигурирована почтовая программа (например, Microsoft Outlook), то программа запустится с уже встроенным шаблоном электронного сообщения вместе с идентификатором. Также можно скачать идентификатор в буфер обмена, нажав кнопку «Copy Computer ID» в диалоговом окне. В Вашем письме должна быть указана следующая информация:

Computer ID: ...

Your name: ...

Your email: ...

После получения регистрационного ключа его необходимо загрузить в программу MorphoXL. Для этого в указанном диалоговом окне нужно нажать кнопку «Apply Registration Key», где в следующем диалоговом окне указать полученный файл регистрационного ключа «MorphoXLKey.dat». После успешной регистрации и перезагрузки программа перейдет в полнофункциональный режим.

dovgunykigor@gmail.com

Игорь Довгуньк, Львов, 2017-2024

Объединение Матководов Украины