

УДК 57; 004.9

В.В. Демешко, А.А. Жукович

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ «FLUCTUATION» (V 1.0) И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье представлен программный продукт, позволяющий снимать и сравнивать морфометрические параметры листовых пластинок разных видов древесных растений. На примере *Betula pendula* Roth показано практическое использование программного продукта и его преимущество перед аналогами.

Введение

На современном этапе развития науки становится важным включение на разных этапах исследования специальных программных продуктов, которые позволяют проводить сбор и анализ данных с высокой точностью и результативностью. Одни программные продукты позволяют проводить однофакторный анализ, а другие получить сведения, позволяющие проводить многофакторный корреляционный анализ.

Использование программных продуктов для анализа данных в биологических исследованиях диктовалось тем, что исследователи в 30-х годах XX века стали широко применять статистические методы. В 90-х годах прошлого века начали массово применять различные программные продукты (*Excel*, программы анализа секвенированной ДНК и др). Сейчас начался этап разработки программ для получения экспериментальных данных, их анализа и статистического сравнения. Получение данных с помощью программных продуктов осложнено тем, что требуются программы-посредники, переводящие данные из одной формы в другую (например, из графической в числовую). Использование в биологии имеющихся информационных программ позволяет довольно объективно учитывать и сравнивать признаки и свойства живых организмов.

Одной из составляющих концепций устойчивого развития является оценка качества среды. Существует множество методов оценки качества среды: физические, химические, социальные и др. Однако, наиболее приоритетным является биологический метод. Этот метод предусматривает различные подходы: морфологический, генетический, физиологический, биохимический, иммунологический и т.д. Оценка среды может проводиться на трех уровнях: биосферном, экосистемном и популяционном. На биосферном уровне осуществляется крупномасштабная оценка ландшафтов, растительного покрова и других параметров. Изменения видового состава различных групп живых организмов выявляется на экосистемном уровне. На популяционном уровне дается оценка состояния природных популяций и происходит выявление наиболее ранних изменений в окружающей среде. Использование вышеотмеченных подходов позволяет дать разностороннюю оценку уровня гомеостаза природных популяций. Уровень гомеостаза можно оценить по стабильности развития как способности организма к нормальному развитию (без нарушений и ошибок). Одним из показателей стабильности развития является флуктуирующая асимметрия [1].

Для проведения биомониторинга прежде всего необходимы виды биоиндикаторы и объективные показатели их состояния. Одним из таких объектов являются *Betula pendula* Roth. Методика оценки стабильности развития *B. pendula* Roth по морфометрическим параметрам листовой пластинки разработана специалистами лаборатории постнатального онтогенеза института биологии развития имени Н.К. Кольцова. По методике, предложенной Е.К. Чистяковой и Н.Г. Кряжевой, оценка стабильности развития у *B. pendula* Roth проводится по 5 морфометрическим показателям от 10–100 листьев с

каждого дерева, произрастающего в пункте исследования [2]. Снятие промеров требует больших затрат времени и не исключает вероятности ошибки. Все вышеизложенное подтверждает необходимость разработки компьютерных программ для получения метрических данных и их статического анализа.

Одной из первых программ, которая использовалась для снятия метрических промеров у биологических объектов, является *Adobe Photoshop*. Однако, данная программа не совсем удобна для изучения, так как требует выполнения множества действий для получения точных метрических данных.

Для учета и анализа флуктуирующей асимметрии у растительных объектов коллективом авторов МГЭУ им. А.Д. Сахарова разработана программа «*Pendula*». Однако, эта программа по ряду параметров не совсем удобна для использования, так как дает неточную характеристику биологическим объектам. Отсутствие специализированных программных продуктов для получения метрических данных у биологических объектов диктует необходимость разработки новых.

Цель нашей работы – создать программный продукт, позволяющий дать комплексную оценку морфометрических показателей листовых пластинок растений.

Для выполнения данной цели нами были поставлены следующие **задачи**:

1) разработать алгоритм для автоматизированного снятия морфометрических показателей и последующей их обработки;

2) разработать и апробировать новый программный продукт.

При разработке интерфейса программы мы руководствовались следующими требованиями:

- интерфейс должен быть интуитивно понятным;
- интерфейс выполнен в едином стиле и единой цветовой гамме, которая соответствует гигиеническим требованиям;
- элементы управления вынесены на панель действий;
- элементы управления должны быть расположены в порядке очередности использования;
- пользовательское меню должно обеспечивать доступ ко всем функциям программы;
- название пунктов меню необходимо подбирать так, чтобы они в краткой форме отражали выполняемое действие;
- должна быть предусмотрена справочная система в виде всплывающих подсказок и справочная система в виде стандартного Help-документа.

Интерфейс программы «*Fluctuation*» представлен в виде информационного окна с панелями меню, панелью действий и рабочей областью (рисунок 1).

Панель меню представлена следующими элементами: *файл, исследования, вычисления, нанесение точек, шаблоны, отчеты, менеджер данных, методики исследований, о программе*.

Меню содержит компоненты *подменю*. Пункты меню и подменю программы «*Fluctuation*» представлены на рисунке 2.

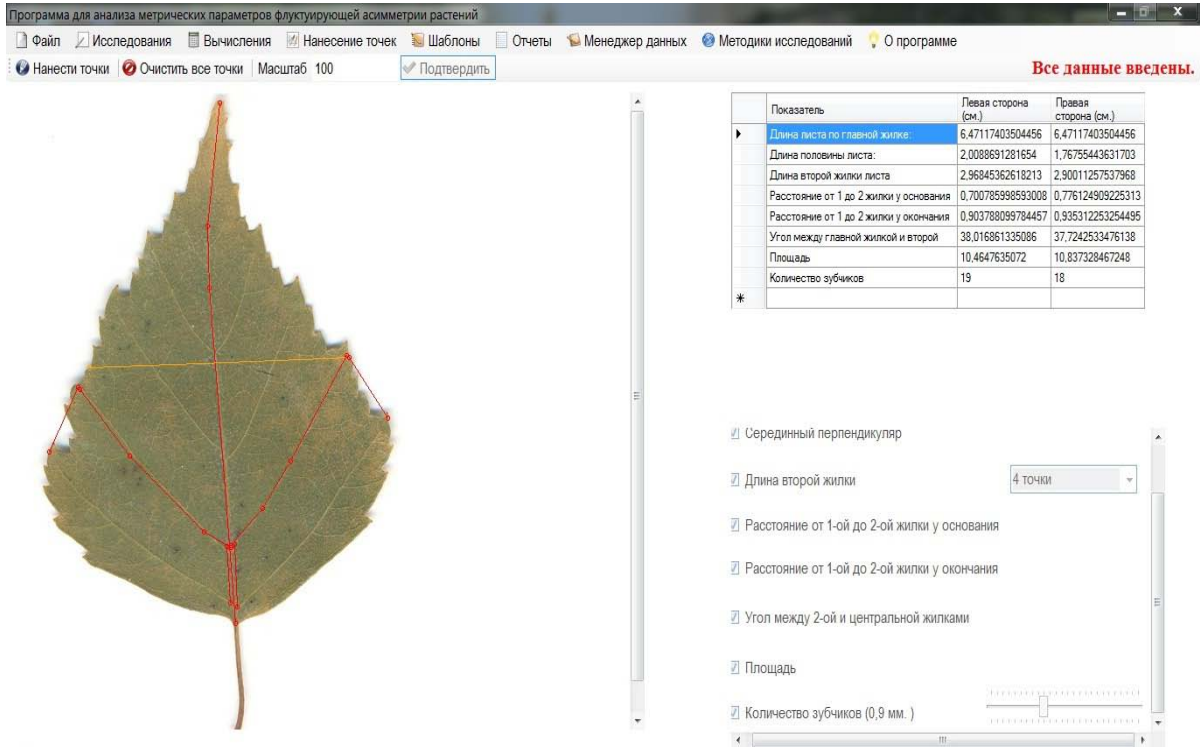


Рисунок 1– Интерфейс программы «Fluctuation»

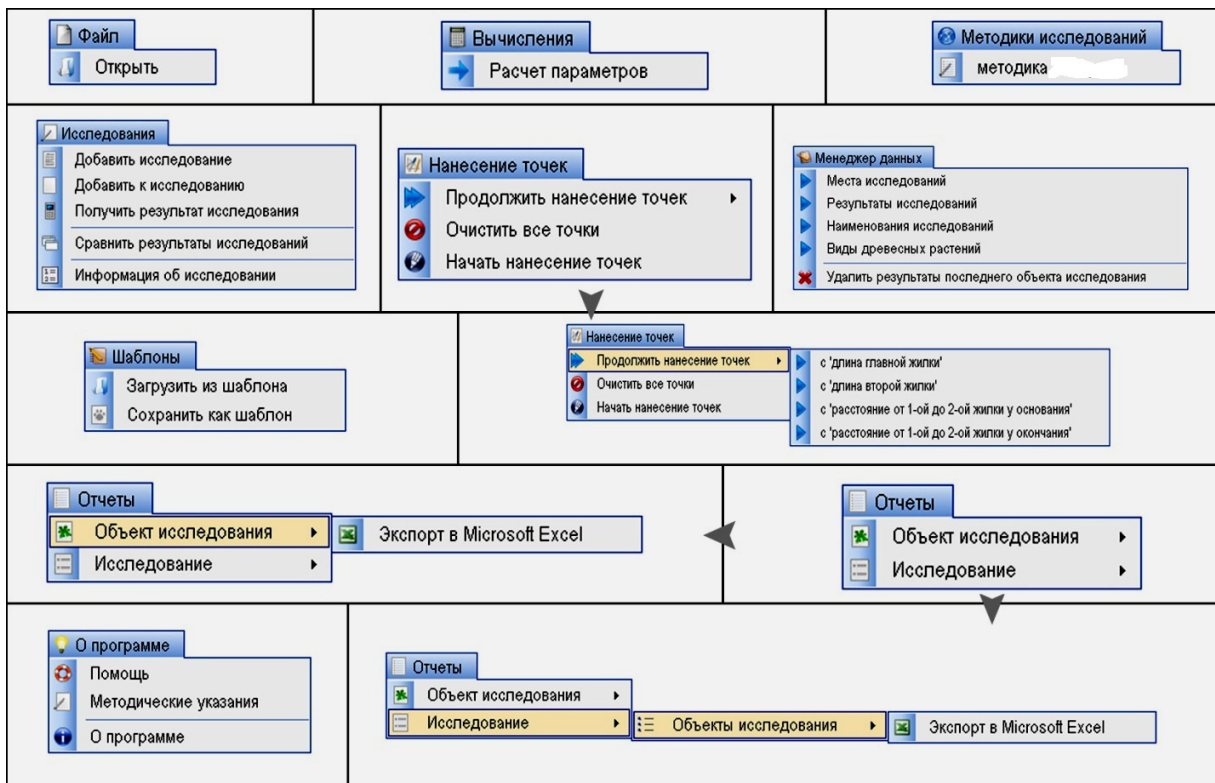


Рисунок 2 – Схема элементов меню и подменю программы «Fluctuation»

Пункты и подпункты меню и функции, которые они поддерживают, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пункты, подпункты и функции меню, которые они реализуют

Пункты меню	Подпункты меню	Описание реализованной функции
Файл	Открыть	Открытие изображения
Исследования	Добавить исследование	Добавление нового исследования
	Добавить к исследованию	Добавление объекта к конкретному исследованию
	Получить результат исследования	Получение результата исследования
	Сравнить результаты исследования	Сравнение двух исследуемых выборок
	Информация об исследовании	Получение информации об исследовании
Вычисления	Расчет параметров	Расчет исследуемых параметров листовой пластинки
Нанесение точек	Продолжить нанесение точек	Продолжение нанесения точек
	Очистить все точки	Очистить все нанесенные точки
	Начать нанесение точек	Начать нанесение точек
Шаблоны	Загрузить из шаблона	Загрузить из шаблона те параметры, которые необходимы для конкретного исследования
	Сохранить как шаблон	Сохранить измеряемые параметры листовой пластинки как шаблон
Отчеты	Объект исследования	Отчет по параметрам листовой пластинки
	Исследование	Отчет по исследованию
Менеджер данных	Места исследований	Просмотр, добавление, редактирование, удаление мест исследования
	Результаты исследований	Просмотр, удаление результатов исследования
	Наименования исследований	Просмотр, добавление, редактирование, удаление наименований исследования
	Виды древесных растений	Просмотр, добавление, редактирование, удаление видов древесных растений
	Удалить результаты последнего объекта исследования	Удаление результатов последнего исследования
Методики исследований	Методика исследования	Описание методики исследования
О программе	Помощь	Помощь по программе « <i>Fluctuation</i> »
	Методические указания	Методические указания для работы в программе « <i>Fluctuation</i> »
	О программе	Информация о программе и разработчиках « <i>Fluctuation</i> »

Панель действий состоит из кнопок, полей ввода и текстовых меток. На панели действий представлены наиболее часто используемые функции. Элементы панели действий и реализованные функции представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Элементы панели действий программы «*Fluctuation*»

Элементы панели действий	Вид компонента	Описание реализованной функции
Нанести точки	Кнопка	Последовательное нанесение всех точек на изображение
Очистить все точки	Кнопка	Очистить все нанесенные точки
Масштаб	Текстовая метка + Кнопка + Поле ввода	Изменение масштаба изображения
Запланированное действие	Текстовая метка	Действие пользователя

Рабочая область окна состоит из области работы с изображением и области работы с данными. Область работы с изображением служит для работы с открытым изображением. Область работы с данными состоит из параметров для измерения и таблицы, отображающей данные измерений.

Работа с программным продуктом «*Fluctuation*»

Запуск программы проводится с ярлыка. При запуске программы запускаются методические указания по работе с программой «*Fluctuation*».

Для проведения исследования необходимо открыть изображение. После открытия файла в рабочей области окна откроется исследуемое изображение. Программа позволяет работать с изображениями форматов jpeg, jpg. В поле ввода можно изменить масштаб изображения до необходимых значений, которые нужны для работы.

В панели работы с данными выбираем параметры, необходимые для конкретного исследования. Это можно сделать, выбрав нужный шаблон (Шаблон/Загрузить из шаблона), или задать необходимые параметры измерения вручную. После этого необходимо нажать на кнопку «Начать нанесение точек», которая находится в панели действий, или выбрать действие в пункте меню «Нанесение точек». В верхнем правом углу будут отображаться подсказки с информацией о том, какие точки необходимо нанести.

В программе реализуются следующие функции:

- измерение и подсчет 8 метрических параметров;
- выбор количества точек (2–4) на кривых для их более точного измерения;
- определение площади правой и левой стороны листовой пластинки (функция используется нами впервые);
- расчет количества зубчиков на левой и правой стороне (функция используется нами впервые).

Когда все точки нанесены, необходимо снять промеры. Для этого выбираем пункт меню «Вычисления», затем подпункт меню «Расчет параметров». Если был выбран параметр «количество зубчиков», то откроется окно с подсчитанным количеством зубчиков. В программе реализована функция подсчета выступов листовой пластинки, которые будем считать зубчиками с учетом их размеров. Для контроля точности учета зубчиков предусмотрен визуальный просмотр учтенных элементов, и при обнаружении ошибки имеется возможность добавления или удаления учитываемых параметров.

После подтверждения данных в окне данных отобразятся результаты в виде таблицы. Программа сама просматривает свойства анализируемого изображения, что не требует ручного проставления опции «разрешение изображения». Рассчитанные параметры можно экспортировать в «*Microsoft Excel*».

Результаты поэтапных измерений можно объединять, добавлять к уже имеющемуся банку данных или создать новый банк данных. Для создания банка данных по новому исследованию необходимо выбрать пункт меню «Исследования», подпункт меню «Добавить исследование».

Для добавления информации к имеющемуся банку данных необходимо выбрать пункт меню «Исследования», подпункт меню «Добавить к исследованию». После чего открывается окно, в котором нужно выбрать исследование, к которому необходимо добавить новую информацию.

Для анализа полученных промеров листовых пластинок необходимо выбрать пункт «Исследования» и подпункт «Получить результат исследования», после чего откроется окно, в котором необходимо выбрать вид исследуемого древесного растения и обобщить результаты нужного исследования. Если по запросу нет ни одного объекта исследования, то в нижней части окна, отобразится сообщение о том, что исследование с заданными параметрами отсутствует. Затем появится кнопка «Получить подробную информацию», при её нажатии результат исследования экспортируется в *Microsoft Excel*.

Для сравнения результатов исследования необходимо выбрать пункт меню «Исследования», затем выбрать подпункт меню «Сравнить результаты исследований», после чего откроется окно, в котором можно выбрать исследование X и исследование Y. При нажатии на кнопку «Сравнить результаты исследований» появится сравнительная характеристика выбранных исследований.

С помощью шаблонов можно сократить время выбора параметров для изучения объектов исследования. Пользователь может создавать свои шаблоны. Для этого ему необходимо выбрать параметры и нажать пункт меню «Шаблоны», подпункт меню «Сохранить как шаблон». Данный шаблон будет доступен для использования.

В программе присутствует функция создания отчетов. Отчет может демонстрировать как один объект, так и все объекты исследования, относящиеся к конкретному исследованию. Для получения отчета одного объекта необходимо поэтапно переходить от пункта меню «Отчеты» к подпунктам меню «Объект исследования» и «Экспорт в *Microsoft Excel*».

Для получения отчета для всех объектов исследования необходимо поэтапно выбрать пункт меню «Отчеты», подпункты меню «Исследование», «Объекты исследования» и «Экспорт в *Microsoft Excel*». После чего откроется окно, в котором необходимо будет выбрать информацию для подготовки отчета.

В программе реализована функция менеджеров данных. С помощью менеджеров данных можно добавлять, редактировать и удалять результаты исследований.

В программе предусмотрено 4 менеджера: менеджер мест исследования, менеджер видов древесных растений, менеджер наименований исследований, менеджер результатов исследования.

В программе содержится описание методики исследования и информация по программному продукту.

Элементы и функции программы «*Fluctuation*» (v 1.0) представлены на рисунке 3.

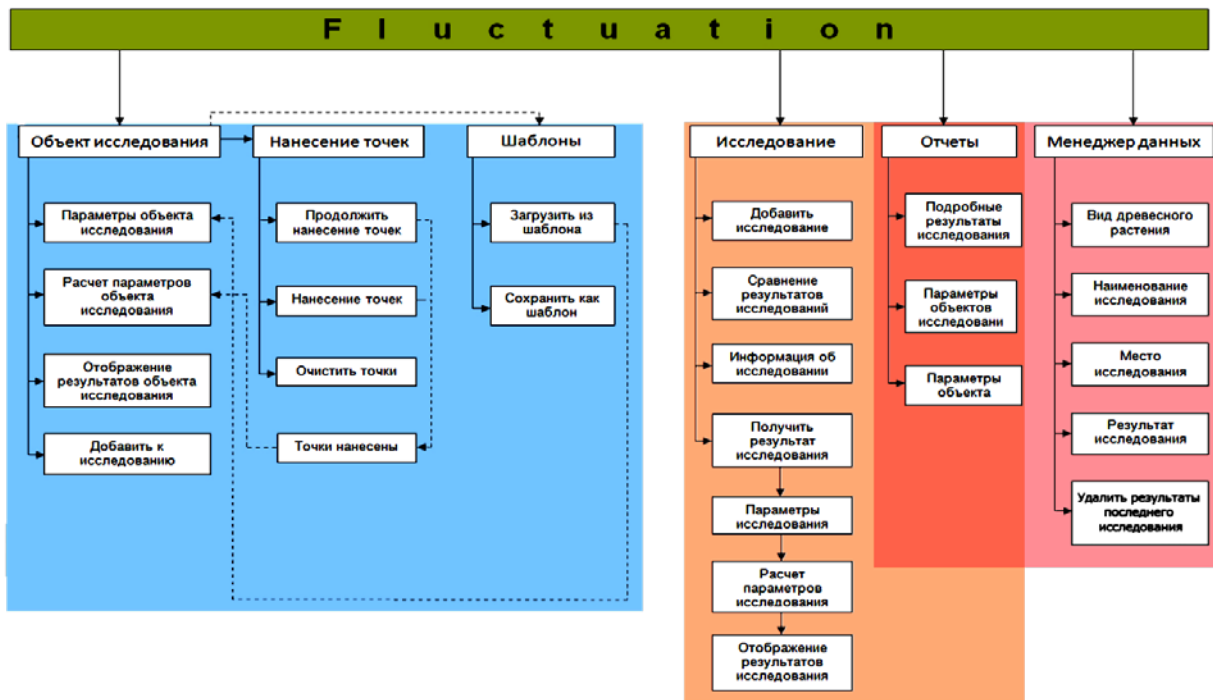


Рисунок 3 – Структурные компоненты программы «*Fluctuation*» (v 1.0)

Программный продукт «*Fluctuation*» предназначен для функционирования на компьютерах под управлением операционных систем Windows. Особенности реализации программного продукта не накладывают особых ограничений на используемую операционную систему (ОС).

Для нормального функционирования программного продукта «*Fluctuation*» минимальными системными требованиями являются:

- процессор Pentium 900;
- минимальный объем оперативной памяти – 128 Мбайт;
- жесткий диск с объемом свободного пространства 280 Мбайт;
- операционная система MS Windows XP/2003/Vista/Seven;
- монитор, клавиатура, мышь.

Разработанный программный продукт не является строго привязанным к какой-либо операционной системе и функционирует под любой из ОС NT класса, без установки дополнительных компонентов.

Файл установки программного продукта «*Fluctuation*» позволяет установить программу и необходимые программные компоненты на компьютер (NET Framework 2.0, клиент сервера БД Microsoft SQL Server 2005). Копирование программного продукта с области установки заблокировано.

Созданный нами программный продукт «*Fluctuation*» предназначен для получения и анализа морфометрических данных, отражающих степень асимметрии листовой пластинки у растений, и адресован специалистам, которые проводят экологический мониторинг по уровню стабильности развития и оценивают его по коэффициенту асимметрии.

Заключение

Созданное программное средство «*Fluctuation*» версия 1.0. позволяет проводить сбор и анализ данных по асимметрии листовой пластинки у растений и давать оценку состояния окружающей среды по пятибалльной шкале.

Наличие в программе удобного и продуманного интерфейса и использование справочной системы позволят свести время освоения программного продукта к минимуму. Представленный программный продукт может быть использован не только высококвалифицированными специалистами по биомониторингу, но студентами и учащимися при оценке качества среды в своем регионе.

Программный продукт «*Fluctuation*» прошел апробацию на кафедре зоологии и генетики в УО «Брестский государственный университет имени А.С.Пушкина» – имеется акт внедрения в учебный процесс от 14.12.2012 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – Москва : Центр экологической политики России, 2000 – 68 с.
2. Чистякова, Е.К. Возможность использования показателя стабильности развития и фотосинтетической активности для исследования состояния природных популяций растений на примере березы повислой / Е.К. Чистякова, Н.Г. Кряжева // *Онтогенез*. – 2001. – Т. 32, № 6. – С. 422–427.

V.V. Demeshko, A.A.Zhukovich Software «Fluctuation» (v 1.0) and its use in Biological Evaluation of the Environment

The paper presents a software product that enables to measure and compare morphometric parameters of the leaf blades of different tree species. On the example of *Betula pendula* Roth the practical use of the product and its advantages over similar product is shown.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 27.09.2013