

УДК 502.7:51

**СИСТЕМА ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ
ПО РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ МОНИТОРИНГА**

Н.К. Вахонин, кандидат технических наук
Н.Н. Краснокутский, научный сотрудник
Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси

Экономико-экологическая эффективность различных вариантов сельскохозяйственного использования мелиорированных земель и осуществления реконструкции мелиоративных систем определяется протеканием ряда процессов в атмосфере, гидросфере, почве, растительности, влияющих на формирование урожайности сельскохозяйственных культур и экологические показатели территории. При этом характерные времена протекания и влияние процессов на формирование урожая разнятся: часы для температур при экстремальных заморозках и засухах, сутки для водного режима, декады-месяцы для пищевого режима. Поэтому для принятия обоснованных решений по каждому режиму необходима информация с соответствующей временной частотой, получаемая при осуществлении мониторинга. Для эффективного использования результатов мониторинга, представляющих собой временные ряды по каждому виду и точке наблюдения, разработана база данных мониторинга, обеспечивающая хранение данных измерений, осуществляемых с любой частотой (срочных наблюдений по часам суток для метеофакторов, наблюдений 1 раз в сутки и реже для водного режима, фиксации урожая, концентрации элементов питания в почве 1 раз в сезон и более) [1, 2]. Помимо хранения временных рядов должна обеспечиваться возможность их универсальной обработки – преобразования и представления данных в любой из трех возможных форм: табличной (первичная форма, в которой фиксируются на дискретные моменты времени в дискретных точках данные исходных замеров в БД), графическом и аналитическом, получаемых обработкой исходных замеров.

Наиболее наглядной для анализа, установления тенденций процесса, поиска ошибок замеров является визуальное представление временных рядов в графической форме. Для обеспечения возможности различного типа графического представления хранящихся в созданной базе данных временных рядов по различным видам наблюдений реализовано приложение Viewgraph, обеспечивающее построение любых типов графиков изменения показателей во времени, а также получение различных форм табличного их представления и зависимостей по ним в функциональном представлении.

Считывание данных в программу осуществляется из текстового файла специальной структуры, формируемого из базы данных, в котором указаны виды измерения, точки измерения (координаты), время измерения и данные замеров на различные даты, или из буфера обмена, куда он помещен.

После загрузки данных программа переходит в текстовый режим работы, автоматически осуществляет подготовку данных, формирование элементов своего интерфейса в зависимости от введенных данных и формирование закладок с таблицами (рис.1).

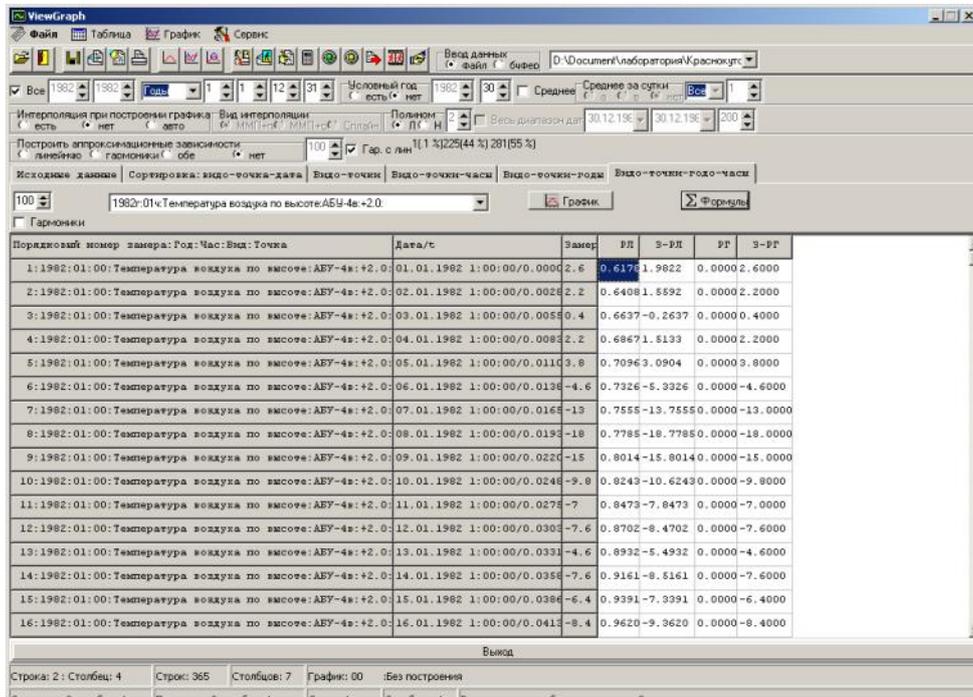


Рис. 1. Главное окно программы ViewGraph в табличном режиме

Всего имеется пять видов закладок для формирования соответствующих таблиц:

Исходные данные – таблица введенных оригинальных исходных данных, отсортированных по возрастанию наименований видо-точек и дат измерений. *Сортированные исходные данные* – таблица последовательно упорядоченных для каждой видо-точки исходных данных, отсортированных по возрастанию дат измерений. *Данные по всем годо-часам для выбранной видо-точки* – таблица измерений по всем годам и часам для выбранной видо-точки. *Данные по всем часам для выбранного видо-точки-года* – таблица измерений по всем часам для выбранного года и видо-точки. *Данные для выбранного видо-точки-годо-часа* – таблица измерений по одному часу для выбранного года и видо-точки.

Переключением между закладками можно отобразить соответствующие каждой закладке формы выборок из введенных исходных данных и построить соответствующие им графики. В таблицах также отображаются формируемые по запросу пользователя коэффициенты линейной аппроксимации на основе метода наименьших квадратов и гармонической аппроксимации на основе рядов Фурье, рассчитанные для выборок исходных данных, соответствующих каждой закладке.

В программе Viewgraph реализована возможность построения следующих видов графиков по результатам непосредственных замеров, считанных из файла:

- Многолетний "густой" график для заданной видо-точки по всем годо-часам.
- Многолетний "прореженный" график для заданного видо-точки-часа по всем годам.
- Однолетний "густой" график для заданной видо-точки по всем часам одного года.
- Однолетний "прореженный" график для заданного видо-точки-часа по одному году.
- Совместное построение нескольких графиков (графиков видов 1-4)

При этом построение многолетних графиков может осуществляться в двух режимах:

а) единый ряд – отображение данных одной линией на всем промежутке периода наблюдений; б) годовые реализации – имеющиеся наблюдения разбиваются по отдельным годам и отображаются в виде расположенных друг над другом наборов графиков годовой длины, что реализуется выбором режима "Условный год есть". Для всех видов графиков реализована возможность выбора интервала дней для каждого месяца при их построении.

Пропущенные точки наблюдений могут быть восстановлены и отображены на графике посредством интерполяции одним из реализованных вариантов метода модифицированных полиномов с использованием полиномов Ньютона, Лагранжа, кубических сплайнов.

Помимо построения графиков непосредственно по результатам мониторинга реализована возможность осуществления аппроксимации данных измерений с использованием ряда функций: линейной функции $y=a+bx$,

(1)

гармонического сглаживания на основе ряда Фурье

$$Y = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{i=m} a_i \cdot \cos(2\pi \cdot i \cdot X) \pm b_i \cdot \sin(2\pi \cdot i \cdot X) \quad (2)$$

сглаживания дополнительной аналитической зависимостью на основе ряда Фурье с учетом линейной составляющей:

$$Y = k \cdot X + b + \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{i=m} a_i \cdot \cos(2\pi \cdot i \cdot X) \pm b_i \cdot \sin(2\pi \cdot i \cdot X) \quad (3)$$

с соответствующим графическим отображением рассчитанной аналитической зависимости.

В формулах (2), (3) m – количество коэффициентов разложения в ряд Фурье.

Коэффициенты разложения в ряд Фурье определяются по формулам:

$$a_0 = \int_0^{2\pi} f(x) \cdot dx; a_i = \int_0^{2\pi} f(x) \cdot \cos(2\pi \cdot i \cdot X) \cdot dx; b_i = \int_0^{2\pi} f(x) \cdot \sin(2\pi \cdot i \cdot X) \cdot dx. \quad (4)$$

Реализованы также процедуры агрегирования данных исходных наблюдений во времени с получением основных статистик (максимум, минимум, среднее, дисперсия) по часовым наблюдениям за сутки и затем за любые интервалы времени (декады, месяцы, сезоны) с соответствующим графическим отображением.

Выбор конкретных вариантов графика и параметров их отображения осуществляется с помощью элементов управления в главном окне программы (рис.1), а также выпадающем диалоговом окне (рис.2).

Некоторые варианты графиков представлены на рис. 3-5.

Помимо самих графиков представляется дополнительная информация об их основных характеристиках. Автоматически вычисляется и отображается в статус-строке

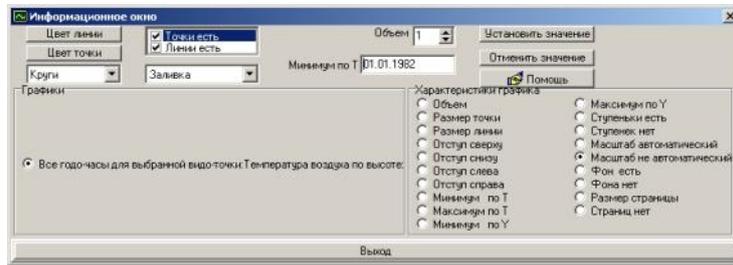


Рис. 2. Выпадающее окно настройки графиков

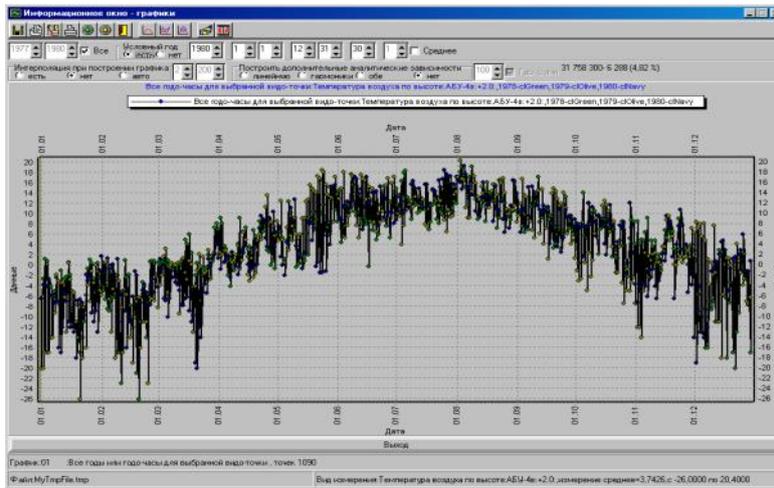


Рис.3 График по всем годо-часам для заданной видо-точки (условный год есть)

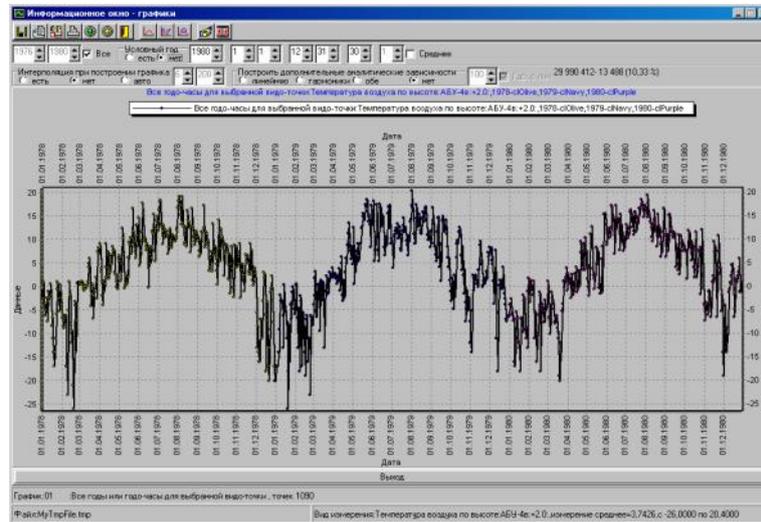


Рис. 4. График по всем годо-часам для заданной видо-точки (условный год – нет)

среднее, минимальное и максимальное значения измерения для первого графика. При выборе любой точки на одном из нескольких графиков в статус-строке отображаются

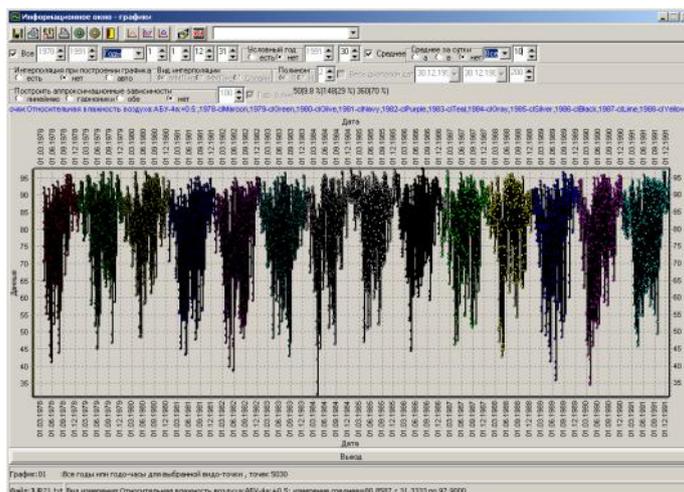


Рис. 5. График данных, осредненных по декадам

соответствующие данной точке дата и значение измерения, а также среднее, минимальное и максимальное значения измерения для выбранного графика.

В программе реализованы процедуры, обеспечивающие формирование отчетов различной структуры для использования в специализированных пакетах обработки.

Приложение Viewgraph обеспечивает возможность эффективного визуального анализа, а также расчетов данных многолетних мониторинговых наблюдений по любым показателям, определяющим урожайность культур и экологическое состояние мелиорированных земель для оценки состояния и выбора оптимальных решений на мелиорированных землях.

Литература

1. Вахонин Н.К. Организация структуры информационного обеспечения моделей природно-технических систем на основе мониторинга // Мелиорация переувлажненных земель. Тр. БелНИИМил. – Т. XLIII. – 1996. – С. 275-282.
2. Вахонин Н.К. Hydrological Monitoring and Structure of Information Security of Nature-Technical Systems Models // Extended Abstracts of International Conference "Quality, Management and Availability of Data for Hydrology and Water Resources Management", Germany, Coblenz, 1999. – P. 295-297
3. Вахонин Н.К., Сороговец Ю.В. База данных мониторинговых наблюдений для информационного обеспечения принятия решений // Мелиорация переувлажненных земель. Тр.БелНИИМил. – Т.XLIX. – 2002. – С. 179-186.
4. Вахонин Н.К., Писецкий Г.А., Бонцевич В.В., Сороговец Ю.А. Автоматизированная система агроэкологического мониторинга мелиорированных земель // Белорусское сельское хозяйство. – 2005. – № 9(41). – С. 40-42.

Summary

Vakhonin N., Krasnokutsky N. System of the graphic presentation of time series on different types of monitoring.

In article is described the designed application, intended for visualization in the form of different type graphs data of perennial monitoring observations for factors, defining agricultural cultures productivity and reclaimed lands ecology.