

УДК 677.02:004.8

СИСТЕМА АРХИВАЦИИ И АНАЛИЗА МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.В.ГРАЧЕВ, Р.Е.ИСАНЧУРИН

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Один из распространенных методов анализа текстильных технологических процессов и систем основан на проведении многофакторного эксперимента с последующим получением адекватных полиномиальных регрессионных моделей [1]. Получение таких моделей и их дальнейшее использование требуют от технолога целого комплекса знаний:

– технологических (структура объекта, представление о происходящих в нем процессах, представление о факторах, оказывающих влияние на процесс, критериях для оценки эффективности работы объекта и т.д.);

– знаний о планировании и обработке многофакторных экспериментов (выбор и составление плана эксперимента, алгоритмы обработки эксперимента для получения адекватной математической модели);

– знаний о способах анализа моделей.

Качественное освоение специалистом этих разновидностей знаний требует длительного периода обучения. Задача осложняется еще и тем, что данные типы знаний в значительной степени имеют сложную алгоритмическую структуру, подразумевают умение работы в математических системах общего типа, которые не являются технологически ориентированными. При этом заметим, что на настоящий момент накоплено большое число регрессионных моделей, в которых сосредоточена технологическая информация, но их использование другими исследователями зачастую проблематично по причине непол-

ноты информации об условиях проведения эксперимента.

Эти недостатки можно устранить за счет создания специализированной технологически ориентированной гибкой и наглядной программной системы. Развитие компьютерных технологий на сегодняшний день позволяет комплексно моделировать интеллектуальный процесс технолога-исследователя, делая его доступным для технолога-практика и более эффективным для самого технолога-исследователя.

Рассматриваемая ниже программная система АРТЕКС моделирует [2]: технологические знания и знания о методах анализа полиномиальных регрессионных моделей.

Технологические знания сохраняются в базе данных в виде следующей структуры:

1) общая информация о технологическом объекте и эксперименте (область технологии, вид эксперимента, информация об авторах эксперимента и др.);

2) характеристики технологического объекта (название, марка, графические образы, экспертная информация об объекте и его работе, перерабатываемое сырье, режимы, примеры заправки оборудования, типовые факторы и критерии и т.п.);

3) параметры эксперимента (критерии, факторы и интервалы их варьирования, фиксированные параметры объекта в эксперименте);

4) математическая модель;

5) дополнительные сведения.

Анализ моделей. Этап анализа моделей включает анализ корреляции критериев,

многовариантную оптимизацию, исследование оптимизационной задачи на чувствительность к параметрам задачи.

Современному технологю необходимо иметь возможность формулирования различных технологически обоснованных вариантов оптимизационных задач, сравнивать полученные решения между собой, оценивать чувствительность оптимальных решений при возможном отклонении параметров модели или оптимизационной задачи. Такая стратегия анализа соответствует требованию технологической многовариантности. Она реализована в системе АРТЕКС.

Работа с компьютерной системой АРТЕКС осуществляется следующим образом. При входе в систему технолог мо-

жет выбрать два основных режима работы: работа с архивом или анализ моделей.

Работа в архиве может быть реализована в двух режимах: заполнение архива и непосредственная работа с архивом. Заполнение архива осуществляется в соответствии со структурой, предложенной выше. В режиме «работа» реализуется поиск интересующего исследователя объекта, эксперимента, осуществляется просмотр объекта, условий проведения эксперимента, факторов, критериев, матрицы коэффициентов моделей. Есть возможность работы с базой данных технологических объектов вне контекста конкретного эксперимента. Матрица коэффициентов моделей при желании пользователя может быть скорректирована.

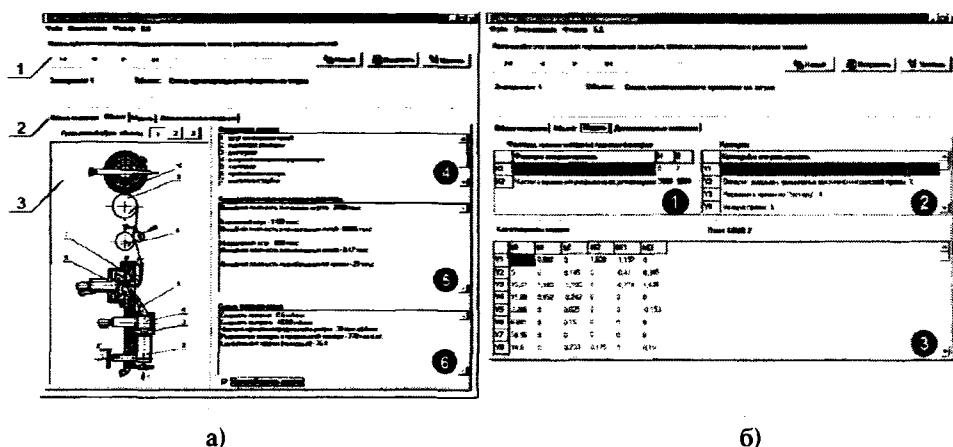


Рис. 1

Информационные поля архива отражают разнообразную информацию о технологической области, объекте экспериментирования с использованием графических образов технологического объекта и технологических зон, способах организации эксперимента и т.д. (рис.1-а,б).

На рис.1-а показана форма просмотра текущей записи в системе АРТЕКС. Группа кнопок 1 позволяет пользователю передвигаться по записям базы данных, добавлять, корректировать и удалять записи. Закладки 2 выводят на экран сведения об эксперименте. Закладка «Объект» (рис.1-а) содержит: графический образ объекта 3, пояснения к рисунку 4, конструктивно-кинематические параметры объекта 5, све-

дения 6 об использованном сырье и внешних условиях проведения эксперимента.

На рис.1-б отображено содержание закладки «Модель», включающей в себя информацию о факторах, интервалах их варьирования 1, критериях 2, модели 3 и плане эксперимента.

После завершения работы в архиве пользователь получает возможность работы в режиме анализа модели.

Анализ корреляции критериев можно использовать для предварительного выбора критериев при формулировке технологических оптимизационных задач. Программа позволяет определить матрицу

корреляции критериев и отобразить корреляционное поле для выбранных критериев.

Многовариантная оптимизация реализуется по трем направлениям.

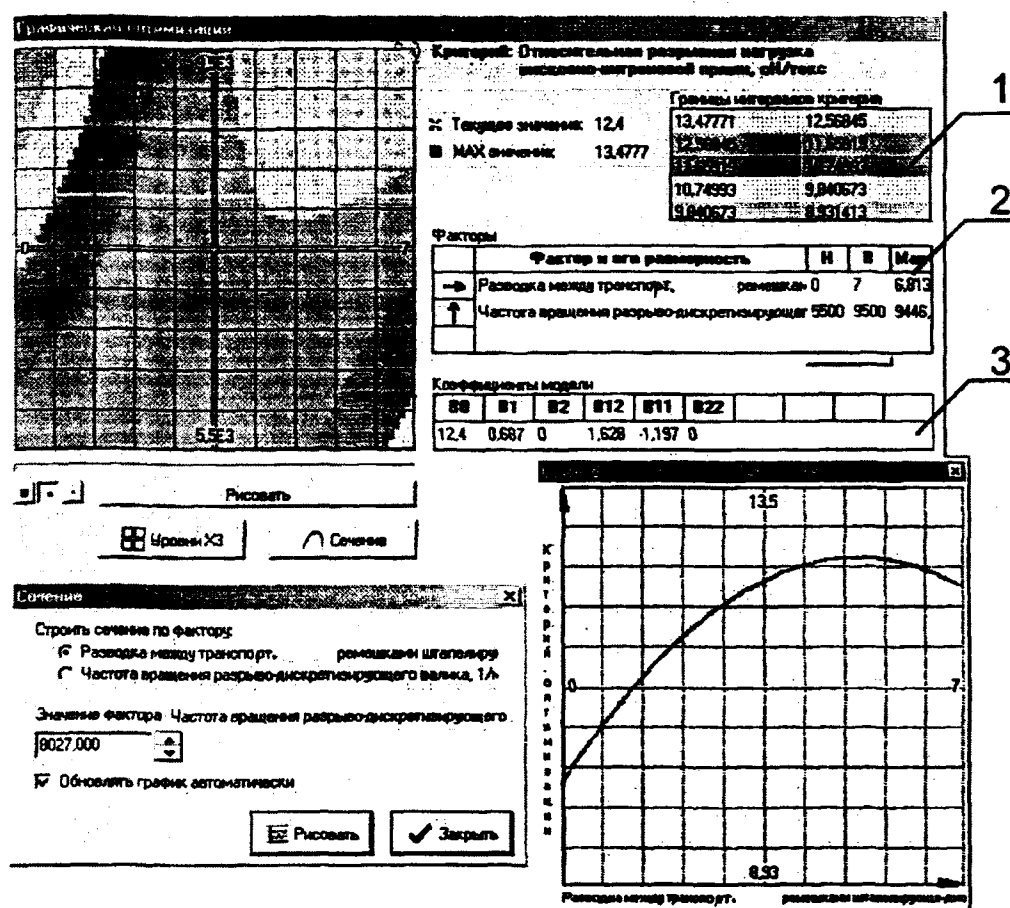


Рис. 2

На рис. 2. изображен вид формы для графического анализа модели, который возможен в случае, когда число факторов в модели не превышает 3-х. Программа предлагает выбрать критерий оптимизации, тип оптимума для выбранного критерия, наименее подвижный технологический фактор, а также запрашивает возможное фиксированное значение выбранного фактора. На экран выводится сечение поверхности отклика, которое может быть представлено в двух формах: цветные коды областей близких значений целевой функции и линии равного уровня, числовые значения границ интервалов областей близких значений 1.

В табличном виде представляются коэффициенты модели 3, что облегчает возможность их «горячего» редактирования. Выводятся также оптимальные значения

технологического критерия и факторов, что позволяет определить оптимальные параметры заправки оборудования для данного варианта формулировки оптимизационной задачи. На форме поясняется физический смысл факторов, выводятся интервалы их изменения при графическом решении оптимизационной задачи 2.

Для более подробного изучения оптимальной области предусмотрена возможность динамического сужения интервалов варьирования как в таблице факторов (численно), так и непосредственно на сечении поверхности отклика (визуально). Результаты могут быть выведены на печать. Программа позволяет технологу вычислять значения отклика для интересующих его точек, а также более детально просматривать области оптимизации.

При численной многовариантной оптимизации технологу предлагаются два варианта наиболее распространенных формулировок оптимизационных задач [3]: оптимизация с использованием нормиро-

ванного аддитивного критерия и оптимизация с выбором главного критерия при ограничениях в виде неравенств на другие критерии.

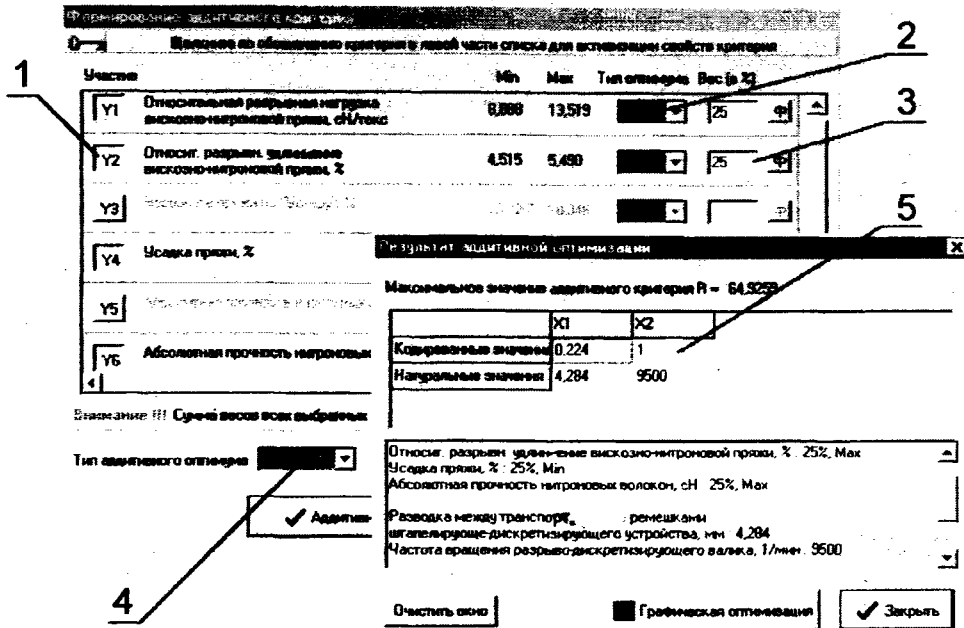


Рис. 3

Форма получения аддитивного оптимизационного критерия представлена на рис. 3. Пользователю предлагается выбрать частные критерии, участвующие в аддитивном критерии (группа кнопок 1), задать тип оптимума для каждого из критериев 2 и тип аддитивного критерия 4, вес нормированных критериев при составлении аддитивного критерия 3. Нижняя форма представляет результаты аддитивной оптимизации в виде оптимальных значений для каждого фактора в кодированном и натуральном виде 5.

Результаты оптимизации могут быть записаны в архив и выведены в окно результатов при следующей работе с экспериментом. Также существует возможность перехода в режим графической оптимизации (в случае 2 или 3 факторов) для визуализации поверхности отклика аддитивного критерия. Ко всем возможностям графической оптимизации добавляется возможность динамического изменения весов частных критериев.

При выборе одного из критериев в качестве главного формулируется задача условной оптимизации. Указывается тип оптимума главного критерия, для остальных критериев задаются граничные значения из интервала допустимых значений данного критерия. Результатами оптимизации являются значения главного критерия, значения факторов в оптимальной точке в кодированном и натуральном виде, а также значения ограничивающих критериев.

Параметры, задаваемые в ходе формулировки условной оптимизационной задачи, не всегда определены достаточно четко. Поэтому представляет интерес оценка чувствительности оптимального значения главного критерия к вариации параметров ограничений относительно их базового значения. В результате формируется матрица чувствительности оптимальных значений критериев к вариации параметров ограничений. При помощи системы АРТЕКС удобно также решать задачу параметрической оптимизации.

ВЫВОДЫ

1. Разработана программная система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов, позволяющая сохранять условия проведения технологических экспериментов, полиномиальные регрессионные модели, а также определять корреляцию между технологическими критериями, проводить гибкую многовариантную оптимизацию технологического объекта, исследовать оптимальное решение на чувствительность к параметрам оптимизационной задачи.

2. Систему можно использовать для хранения и анализа технологических экспериментов при научных исследованиях и

в компьютерных информационно-обучающих комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследований механико-технологических процессов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. *Грачев А.В., Исанчурин Р.Е.* Система архивации и анализа многофакторных текстильных технологических экспериментов. Информационно-библиотечный фонд Российской Федерации. Регистрационный номер № 50200100444, 2001.

3. *Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А.* Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 23.05.02.