

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой КиТО

_____ И.В. Абакумова

« ____ » _____ 2007 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ
для специальности 260704 – «Технология текстильных изделий»

Составитель: И.В.Абакумова

Благовещенск

2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета прикладных искусств
Амурского государственного
университета

И.В.Абакумова

Моделирование технологических процессов: Учебно-методический комплекс по дисциплине для специальности 260704 – «Технология текстильных изделий» – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – с.33

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов очной и заочной формы обучения специальности 260704 «Технология текстильных изделий» специализации «Технология трикотажа». Составлено в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальности 260704 и включает наименование тем, цели и содержание лекций, лабораторных занятий; вопросы для подготовки к работе, методические рекомендации по проведению лабораторной работы; вопросы для итоговой оценки знаний; список рекомендуемой литературы; учебно-методическую карту дисциплины.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Программа курса "Моделирование технологических процессов" составлена в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Тематика лекций, лабораторных работ по дисциплине «Моделирование технологических процессов» разработана для студентов 4 курса (8 семестр) специальности «Технология текстильных изделий», специализации «Технология трикотажа».

Целью данной дисциплины является приобретение навыков решения задач моделирования с помощью ЭВМ.

Основной задачей данной дисциплины является обобщение знаний теории технологических процессов на базе современных математических методов с использованием ЭВМ. Изучение данного курса позволит студентам освоить методы моделирования математических зависимостей, адекватно отражающих реальные технологические закономерности, с учетом современных экономических условий производства.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения данной дисциплины:

- общепрофессиональные и общетехнологические дисциплины;
- высшая математика;
- методы и средства исследования технологических процессов;
- информатика.

Перечень основных умений и навыков, приобретаемых студентами при изучении дисциплины

- виды моделей технологических процессов;
- математическое моделирование технологических процессов;
- способы задания исходной информации для моделирования технологических процессов;
- динамические модели объектов механической технологии текстильных материалов, полученные из условия материального баланса;

- математические модели объектов механической технологии текстильных материалов, полученные из условия динамического равновесия;
- математические модели процессов, полученные при кинематическом исследовании объекта;
- динамические модели сложных объектов;
- имитационное моделирование.

По завершению обучения студент должен знать и уметь использовать:

методы моделирования структуры, технологических и эксплуатационных свойств текстильных материалов;

методы моделирования параметров технологических процессов производства и обработки текстильных материалов.

Цель УМКД – систематизация содержания дисциплины с учётом достижения науки, техники и производства, улучшения её методического обеспечения, повышение эффективности и качества занятий, оказание студентам методической помощи в усвоении учебного материала, правильное планирование и организация самостоятельной работы и контроля знаний студентов.

Данное учебно-методическое пособие составлено с учетом рекомендаций учебно-методического отдела АмГУ и включает следующие разделы:

- цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе;
- содержание дисциплины;
- учебно-методические материалы по дисциплине;
- учебно-методическая карта дисциплины.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Требование стандарта

СД.05

Стандарт высшего профессионального образования по специальности 260704 (280300) «Технология текстильных изделий», предусматривает, что по завершению обучения студент должен иметь понятие о динамических моделях объектов механической технологии текстильных материалов, полученных из условия материального баланса; математических моделях объектов механической технологии текстильных материалов, полученных из условия динамического равновесия; математических моделях процессов, полученных при кинематическом исследовании объекта; динамических моделях сложных объектов; имитационном моделировании.

2.2 Наименование тем, объем (в часах) лекционных, лабораторных занятий и самостоятельной работы

| Номер темы | Раздел курса | Лекции | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|------------|---|--------|---------------------|------------------------|
| 1 | Математическая модель и виды моделирования | 2 | 8 | 8 |
| 2 | Моделирование технологических параметров структуры трикотажа | 6 | 8 | 14 |
| 3 | Моделирование натяжения пряжи при сходе с поверхности рабочих органов петлеобразования при условии ее динамического равновесия. | 2 | 4 | 10 |
| 4 | Моделирование сил, действующих на иглу при ее движении в пазу игольного цилиндра при условии динамического равновесия иглы. | 2 | 4 | 10 |
| 5 | Моделирование операции прессования язычковой иглы в процессе петлеобразования при кинематическом исследовании объекта. | 3 | 6 | 10 |
| | ИТОГО | 15 | 30 | 52 |

2.3 План-конспект лекций

Тема 1. Математическая модель и виды моделирования - 2 часа

Понятие модель; методы моделирования. Физическое моделирование, создание моделей, макетов, стендов; его достоинства и недостатки. Математическое моделирование, основные этапы математического моделирования, математическая модель, методы получения математических моделей. Моделирование технологических процессов на ЭВМ, порядок решения задач моделирования с использованием ЭВМ, основные направления использования компьютеров в моделировании технологических процессов, метод статистической имитации, имитационная модель.

Тема 2. Моделирование технологических параметров структуры трикотажа - 6 часов

Моделирование взаимосвязи параметров структуры трикотажа и внешних усилий при равновесном состоянии трикотажа, геометрическая модель структуры трикотажа. Математическая модель трикотажа С.Джона и Р.Поста, учитывающая пространственную форму петли и ее деформационные свойства на основе рассмотрения условий механического равновесия элементов петли с учетом реальных свойств нити. Модель М.Конопасека, учитывающая жесткость нити при изгибе, модуль продольной упругости материала. Математическая модель Д.Мандена и Дж.Нэптона, учитывающая зависимость структурных параметров равновесного трикотажа от длины нити в петле для простых и комбинированных переплетений. Моделирование зависимости между потенциальной энергией изогнутой нити и характеристиками структуры трикотажа. Имитационное моделирование структуры трикотажа. Моделирование деформации трикотажа, исследование трикотажа как материала, обладающего свойствами вязкоупругости, модель Максвелла; эластичный механизм деформации, учитывающий изменение формы структурных элементов и степень их ориентации, обобщенная трехкомпонентная модель Кельвина - Фойгта.

Тема 3. Моделирование технологических процессов трикотажного производства - 7 часов

Моделирование натяжения пряжи при сходе с поверхности рабочих органов петлеобразования при условии ее динамического равновесия – 2 часа

Условия динамического равновесия элемента нити в выбранный момент времени; силы, действующие на элемент нити: тангенциальная сила инерции, нормальная сила инерции, нормальная реакция направляющей кривой, сила трения, натяжения на концах элементарного отрезка нити; сумма проекции всех сил на нормаль; сумма моментов сил относительно оси цилиндра направляющей кривой; натяжении нити с учетом толщины нити, диаметра огибающей цилиндрической поверхности, скорости и ускорения нити.

Моделирование сил, действующих на иглу при ее движении в пазу игольного цилиндра при условии динамического равновесия иглы – 2 часа.

Анализ сил, действующих на иглу при исследовании операции кулирования: сила сопротивления движению, сила инерции иглы, центробежная сила инерции иглы, давление паза вращающегося цилиндра на иглу, сила трения между иглой и пазом, сила трения между пяткой иглы и кулирным клином, реакция клина на пятку иглы; условия динамического равновесия иглы при ее движении вниз в пазу цилиндра; из выведенных формул следует, что давление на пятку и стержень иглы увеличивается с увеличением натяжения нити, коэффициента трения, угла кулирования и угла обхвата крючка нитью; таким образом, для уменьшения изгибающей силы реакции необходимо уменьшать угол кулирования, что, однако, приводит к увеличению протяженности петлеобразующей системы, а, следовательно, к уменьшению производительности машины с данным диаметром цилиндра.

Моделирование операции прессования язычковой иглы в процессе петлеобразования при кинематическом исследовании объекта – 3 часа.

Анализ сил, действующих на язычок иглы при исследовании операции прессования: масса язычка, центробежная сила, сила давления старой петли; уравнение движения язычка иглы; при анализе решения задачи следует обра-

тратить внимание на то, что если текущий угол поворота язычка $\beta < 90^\circ$ центробежная сила способствует операции прессования, увеличивая скорость вращения язычка, а при $\beta > 90^\circ$ вращающий момент центробежной силы становится отрицательным, оказывая тормозящее действие на прессующийся язычок; при большой скорости чаши язычка возникает сильный удар язычка о крючок иглы, что приводит к расклепыванию язычка и возникновению у чаши острых краев, которые могут вызвать повреждение элементарных волокон нити; уменьшить скорость вращения язычка в момент окончания прессования, а значит, и удар язычка о крючок, можно, придав соответствующий Конту спинке язычка или сделав криволинейным профиль у кулирного клина, обеспечивающий снижение вертикальной скорости иглы в момент окончания прессования.

2.4 Лабораторные занятия. Самостоятельная работа студентов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЛИНЕЙН

EXCEL обладает встроенными возможностями регрессионного анализа, позволяющего аппроксимировать данные как прямой линией, так и сложными полиномами. Большая часть задач описания данных может быть решена средствами линейной регрессии.

Регрессия является линейной в том случае, если уравнение имеет вид:

$$y = b + \sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i = b + m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n,$$

где n – число входных параметров (или факторов).

Для получения уравнения регрессии необходимо:

- определить значения коэффициентов регрессии b, m_i ;
- оценить достоверность полученного уравнения.

1. Расчет коэффициентов регрессии

Для определения уравнения регрессии в EXCEL существует функция ЛИНЕЙН(). В нее необходимо ввести исходные данные в следующем формате:

**=ЛИНЕЙН(интервал значений y; блок значений x_i ;
константа; статистика)**

Вместо слов “константа” и “статистика” в функцию вводят ИСТИНА или ЛОЖЬ в зависимости от представления результатов вычисления:

| | ИСТИНА | ЛОЖЬ |
|------------|----------------------|-------------|
| Константа | b≠0 | b=0 |
| Статистика | Оценка достоверности | Оценки нет |

Задание 1.

Определить уравнение регрессии, устанавливающее зависимость цены аппаратуры от ее технических параметров: производительности (количество операций в час) и надежности (время наработки на отказ в днях).

1. Ввести исходные данные, приведенные в таблице 1, в Excel.

Таблица 1

Зависимость цены аппаратуры от ее технических параметров

| Производительность | Надежность | Цена |
|----------------------|----------------------|----------|
| x₁ | x₂ | y |
| 120 | 450 | 4500 |
| 200 | 960 | 8000 |
| 300 | 145 | 3000 |
| 400 | 212 | 5500 |
| 500 | 265 | 5400 |
| 860 | 312 | 6500 |

2. Определить минимальные и максимальные значения переменных x₁ и x₂, используя функцию МИН() и МАКС().

3. Выделить блок пустых ячеек, в котором :

строк - всегда 5,

столбцов - n+1 = 2+1=3,

где n - число входных параметров (число x).

4. В левую верхнюю ячейку выделенного блока ввести функцию ЛИНЕЙН() с соответствующими параметрами, нажать <Shift+Ctrl+Enter>. На экране результат вычислений.

Смысл полученных величин представлен в таблице:

| | | | | | |
|---------------|-------------------|-----|---------------|---------------|-------------|
| m_n | m_{n-1} | ... | m_2 | m_1 | b |
| $\sigma[m_n]$ | $\sigma[m_{n-1}]$ | ... | $\sigma[m_2]$ | $\sigma[m_1]$ | $\sigma[b]$ |
| R^2 | $\sigma[g]$ | | | | |
| $F_{расч}$ | df | | | | |
| SS_{reg} | SS_{resid} | | | | |

где $b, m_1, m_2, \dots, m_{n-1}, m_n$ - коэффициенты уравнения регрессии;

$\sigma[b], \sigma[m_1], \sigma[m_2], \dots, \sigma[m_{n-1}], \sigma[m_n]$ - средние квадратические отклонения полученных величин, они являются мерами точности каждого из коэффициентов регрессии и используются для проверки статической значимости коэффициентов;

R^2 - коэффициент детерминации, который показывает насколько хорошо уравнение, полученное с помощью регрессионного анализа описывает фактические данные, чем ближе коэффициент детерминации к 1, тем более совпадают прогнозируемые и фактические данные;

$\sigma[g]$ – стандартная ошибка для оценки y , которая является оценкой ошибки для единичного значения y , вычисленного на основании уравнения регрессии, эта оценка используется совместно с критерием Стьюдента для определения доверительного интервала для вычисленной кривой. Доверительный интервал – это область вокруг прогнозируемой кривой, в которой с определенной вероятностью (например, 95 процентов) содержится истинная кривая.

$F_{расч}$ – F-статистика, которая используется для определения вероятности того, что данные действительно описываются указанным выражением или совпадение вызвано случайными факторами. Для использования F-статистики необходимо использовать значение F, взятое из таблиц или вычисленное с помощью функции FРАСПРОБР(). Табличное или возвращенное функцией

значение F сравнивается с вычисленным значением при одинаковом доверительном интервале и числе степеней свободы. Если вычисленное значение F больше чем табличное, совпадение обусловлено реальной корреляцией, а не случайными факторами.

df - число степеней свободы, определяемое по формуле

$$df = k - (n+1),$$

где k - число строк в таблице исходных данных (число значений);

n - число входных параметров (число x).

$$df = 6 - (2+1) = 3.$$

Число степеней свободы используется для многих статистических вычислений при определении доверительных интервалов.

SS_{reg} - регрессионная сумма квадратов, которая является мерой разброса данных относительно среднего значения y ;

SS_{resid} - остаточная сумма квадратов, которая является мерой разброса данных относительно линии регрессии.

5. Записать полученное уравнение регрессии. Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.

6. Оценить адекватность полученной регрессионной зависимости (R^2).

7. Определить расчетные значения y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы.

2. Оценка достоверности уравнения регрессии (оценка величины R^2)

Можно оценить достоверность самой величины R^2 . Это производится с помощью F -распределения, которое определяет:

α - вероятность того, что зависимость y от x_i отсутствует.

Следовательно, $(1 - \alpha)$ - это вероятность того, что такая зависимость существует, чем ближе это значение к 1, тем более достовернее величина R^2 .

Установить курсор в любую ячейку для определения величины α . Вызвать Мастер функций ► Статистические ► ФРАСП. В диалоговое окно ФРАСП ввести следующие величины:

$$x = F_{\text{расч}};$$

степени свободы 1 = число аргументов (в примере $n=2$);

степени свободы 2 = df.

В соседней ячейке определить вероятность $(1 - \alpha)$.

Задание 2.

Определить достоверность величины коэффициента детерминации R^2 .
Сделать выводы.

3. Оценка достоверности значений b и m_i

Для оценки значимости коэффициентов регрессии используется критерий

Стьюдента:

$$t_i = \frac{|m_i|}{\sigma[m_i]} \quad t_i = \frac{|b|}{\sigma[b]}$$

Затем определяют β -вероятность того, что значения b и m_i недостоверны.

Для определения β -вероятности установить курсор в любую ячейку, вызвать Мастер функций ► Статистические ► СТЬЮДРАСП. В диалоговое окно СТЬЮДРАСП ввести следующие величины:

$$x = t_i;$$

степени свободы = df;

хвосты = 2 (это признак используемого нами 2-степенного распределения Стьюдента).

В соседней ячейке определяют $(1-\beta)$ - вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны, чем ближе это значение к 1, тем более достоверны коэффициенты регрессии.

Задание 3.

1. Определите коэффициенты Стьюдента для всех коэффициентов регрессии: b и m_i .
2. Определите значение вероятности β для всех коэффициентов регрессии.
3. Определите вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны. Сделать выводы.

Самостоятельная работа

1. Определить уравнение регрессии. Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.
2. Оценить адекватность полученной регрессионной зависимости (R^2).
3. Определить расчетные значения y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы.
4. Определить достоверность величины коэффициента детерминации R^2 . Сделать выводы.
5. Определить коэффициенты Стьюдента для всех коэффициентов регрессии: b и m_i .
6. Определить значение вероятности β для всех коэффициентов регрессии.
7. Определить вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны. Сделать выводы.
8. Построить график для данной зависимости.

Для следующих вариантов задания:

Вариант 1

ЛР

Зависимость относительного разрывного удлинения от величины крутки для полипропиленовых швейных ниток из пряжи 25 текс х2 в 2 сложения

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Заправочная крутка, К, кр/м | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| Относительное разрывное удлинение, ε, % | 18,02 | 19,46 | 21,08 | 21,01 | 23,74 |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 2
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ
С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЛГРФПРИБЛ**

Для нахождения уравнения регрессии в EXCEL применяется функция ЛГРФПРИБЛ(), которая обеспечивает получение уравнения регрессии в виде:

$$y = b \cdot m_1^{x_1} \cdot m_2^{x_2} \cdot \dots \cdot m_n^{x_n}$$

Функция ЛГРФПРИБЛ() имеет точно такой же формат ввода, как и функция ЛИНЕЙН(), и вычисление уравнения нелинейной регрессии с помощью функции ЛГРФПРИБЛ() ведется аналогично.

Значения полученных величин приведены в таблице. В данном случае значения в основном те же, что и при определении линейной регрессии, но вместо значений $\sigma[b]$, $\sigma[m_i]$ даны их логарифмы $\ln \sigma[b]$, $\ln \sigma[m_i]$.

| | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----|-------------------|-------------------|-----------------|
| m_n | m_{n-1} | ... | m_2 | m_1 | b |
| $\ln \sigma[m_n]$ | $\ln \sigma[m_{n-1}]$ | ... | $\ln \sigma[m_2]$ | $\ln \sigma[m_1]$ | $\ln \sigma[b]$ |
| R^2 | $\ln \sigma[g]$ | | | | |
| $F_{расч}$ | df | | | | |
| SS_{reg} | SS_{resid} | | | | |

Задание.

1. Определить уравнение нелинейной регрессии по данным табл.2.
2. Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.
3. Оценить достоверность полученной регрессионной зависимости.

4. Определить расчетные значение y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы
5. Оценить достоверность величины R^2 .
6. Оценить достоверность полученных коэффициентов регрессии. Для получения данной оценки необходимо перейти от значений b и m_i к их логарифмам $\ln(b)$ и $\ln(m_i)$.

$$t_i = \frac{|\ln(m_i)|}{\ln(\sigma [m_i])} \qquad t_i = \frac{|\ln(b)|}{\ln(\sigma [b])}$$

7. Построить график функции по данным таблицы. Определить тип функции (возрастающая или убывающая) и значение m_i в уравнении регрессии. Сделать выводы.

Таблица 2

Влияние многократных стирок на прочность полульняных тканей

| Число стирок | Средняя прочность, % |
|--------------|----------------------|
| 0 | 100 |
| 10 | 85 |
| 25 | 68 |
| 30 | 60 |
| 50 | 50 |
| 60 | 48 |
| 75 | 40 |
| 80 | 38 |
| 100 | 33 |

8. Выполнить аналогичное задание для данных табл. 3.
9. Выполнить аналогичное задание для данных табл. 4.

Таблица 3

Влияние длины нити в петле на воздухопроницаемость трикотажа

| Длина нити в петле, мм | Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с |
|---------------------------|---|
| 4,5 | 500 |

| | |
|-----|------|
| 5 | 600 |
| 5,2 | 700 |
| 5,5 | 800 |
| 5,9 | 1000 |
| 6,2 | 1050 |
| 6,5 | 1100 |
| 6,9 | 1150 |

Таблица 4

Зависимость остаточной деформации трикотажа по ширине
от длины нити в петле

| Длина нити в петле, мм | Остаточная деформация трикотажа по ширине, % |
|---------------------------|---|
| 5,2 | 17 |
| 6,0 | 18 |
| 6,5 | 19 |
| 7,0 | 20 |
| 7,5 | 21 |
| 8,0 | 20 |
| 8,5 | 19 |
| 9,0 | 17 |
| 9,5 | 15 |
| 10 | 12 |
| 10,5 | 10,5 |

На основании приведенных трех примеров можно сделать вывод, что уравнения нелинейной регрессии, определенные с помощью функции ЛГРФ-ПРИБЛ(), дают приемлемые результаты только для возрастающих или убывающих функций. Если статистические зависимости имеют максимум или минимум, то применение функции ЛГРФПРИБЛ() дает неудовлетворительные результаты. Этот вывод, сделанный на основе анализа функции одной переменной, справедлив для произвольного значения n .

Самостоятельная работа

1. Определить уравнение регрессии с помощью функций ЛИНЕЙН() и ЛГРФПРИБЛ() . Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.

2. Оценить адекватность полученной регрессионной зависимости (R^2).

3. Определить расчетные значения y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы.

4. Определить достоверность величины коэффициента детерминации R^2 . Сделать выводы.

5. Определить коэффициенты Стьюдента для всех коэффициентов регрессии: b и m_i .

6. Определить значение вероятности β для всех коэффициентов регрессии.

7. Определить вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны. Сделать выводы.

8. Построить график для данной зависимости.

Для следующих вариантов задания:

Вариант 1

ЛР

Зависимость устойчивости к истиранию поверхности сорочечной ткани от % содержания лавсана в утке

| | | | | | | | |
|--|-----|------|------|------|------|------|------|
| Содержание волокон лавсана в смеси, % | 0 | 17 | 33 | 50 | 67 | 83 | 100 |
| Устойчивость к истиранию поверхности ткани, число циклов | 500 | 1100 | 1420 | 1700 | 1900 | 1950 | 1940 |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 3

ВЫЧИСЛЕНИЕ РЕГРЕССИИ С ПОМОЩЬЮ

ИНСТРУМЕНТА АНАЛИЗА

Инструмент **Регрессия** пакета **Анализ данных** выполняет те же самые вычисления, что и функция **ЛИНЕЙН()**, но делает это только один раз. Если аппроксимируемые данные изменились, коэффициенты не пересчитываются, пока инструмент не будет применен повторно.

Поскольку инструмент **Регрессия** входит в пакет **Анализ данных**, для его применения необходимо вначале установить указанный пакет с помощью команды **Сервис ▶ Настройки ▶ Пакет анализа**.

Задание 1.

Определить уравнение регрессии с помощью функций **ЛИНЕЙН()** и оценить его достоверность для данных табл.5. Построить график функции по данным таблицы.

Таблица 5

Зависимость прочности сорочечной ткани по утку
от % содержания хлопка

| Содержание волокон хлопка в смеси, % | Разрывная нагрузка, Н |
|---|-----------------------|
| 100 | 400 |
| 83 | 450 |
| 67 | 510 |
| 50 | 620 |
| 33 | 610 |
| 17 | 830 |
| 0 | 950 |

Задание 2.

Определите уравнение регрессии для данных табл.5 и оцените достоверность полученного уравнения с помощью инструмента **Регрессия**:

1. Выберите инструмент **Регрессия** в меню **Сервис ▶ Анализ данных**.

2. В диалоговом окне **Регрессия** задайте **входной и выходной диапазоны**. При выборе входного и выходного диапазонов, включите в них не только данные, но и заголовки столбцов, и установите флажок **Метки**. При этом заголовки столбцов будут использоваться в качестве меток для таблиц и линий диаграммы.

3. В диалоговом окне **Регрессия** задайте **выходной интервал** – адрес ячейки с которого будут выводиться рассчитанные значения регрессии.

4. Установите флажки для всех параметров группы **Остатки**. После ввода всех параметров нажмите кнопку **ОК**.

5. Установите ширину столбцов таким образом, чтобы все надписи таблицы были полностью видны.

Инструмент **Регрессия** выполнит все вычисления, выведет результаты в таблицу на рабочем листе и создаст диаграмму, представляющую экспериментальные данные и их аппроксимацию. Результат, впрочем, не отличается от достигнутого с использованием встроенной функции **ЛИНЕЙН()**.

6. Сравните полученные значения коэффициентов и их достоверность со значениями, вычисленными с помощью функции **ЛИНЕЙН()**.

7. Ввести любые изменения в таблицу исходных данных (табл. 5). Оценить результат действия функции **ЛИНЕЙН()** и инструмента **Регрессия**.

8. Пересчитать уравнения регрессии с помощью инструмента **Регрессия** для новых исходных данных. Сравнить результат.

Самостоятельная работа

1. Определить уравнение регрессии с помощью функций **ЛИНЕЙН()**, **ЛГРФПРИБЛ()** и инструмент **Регрессия**. Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.

2. Оценить адекватность полученной регрессионной зависимости (R^2).

3. Определить расчетные значения y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы.

4. Определить достоверность величины коэффициента детерминации R^2 . Сделать выводы.

5. Определить коэффициенты Стьюдента для всех коэффициентов регрессии: b и t_i .

6. Определить значение вероятности β для всех коэффициентов регрессии.

7. Определить вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны. Сделать выводы.

8. Построить график для данной зависимости.

Для следующих вариантов задания:

Вариант 1

ЛР

Зависимость натяжения нити от скорости сматывания нити с бобины

| | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| Скорость сматывания нити, м/с | 3,3 | 6,8 | 10,0 | 13,0 | 16,7 | 20,0 |
| Натяжение нити, сН | 2,2 | 2,5 | 2,6 | 4,8 | 6,7 | 10,2 |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАВНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ В ФОРМЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Задание 1:

Определить уравнения регрессии с помощью функций ЛИНЕЙН() и ЛГРФПРИБЛ() и оценить их достоверность для исходных данных, приведенных в табл.6.

Таблица 6

| | | |
|-------|-------|-----|
| x_1 | x_2 | Y |
|-------|-------|-----|

| | | |
|----|----|------|
| 1 | 2 | 100 |
| 4 | 5 | 800 |
| 6 | 10 | 1000 |
| 7 | 11 | 1100 |
| 8 | 12 | 1200 |
| 9 | 13 | 1100 |
| 10 | 14 | 900 |
| 12 | 15 | 750 |
| 13 | 17 | 500 |
| 15 | 18 | 300 |
| 17 | 20 | 100 |

Если достоверность уравнений, полученных с помощью функций ЛИНЕЙН() и ЛГРФПРИБЛ(), довольно низкая, то в таких случаях уравнение регрессии можно находить в виде функции, вид которой назначает пользователь.

Будем искать уравнение регрессии в виде полинома 2-го порядка:

$$y = b + m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_1^2 + m_4x_2^2 + m_5x_1x_2$$

Задание 2:

1. Для решения данной задачи необходимо заполнить следующую таблицу:

| x_1 | x_2 | x_1^2 | x_2^2 | $x_1 \cdot x_2$ | Y |
|-------|-------|---------|---------|-----------------|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| ... | | | | | |

2. Определить коэффициенты уравнения регрессии в форме пользователя, используя функцию ЛИНЕЙН().

3. Оценить достоверность полученных результатов.

Задание 3:

Найти значения переменных x_1 и x_2 , при которых Y достигает максимального значения.

Для решения данной задачи выбрать три свободных ячейки. В первую ячейку будет записано найденное значение x_1 , во вторую ячейку – значение x_2 , в третью ячейку ввести формулу для расчета значения Y , используя адреса ячеек для переменных x_1 и x_2 .

Для нахождения максимального значения установить курсор в ячейку, где введена формула для расчета Y , в меню **Сервис** выбрать опцию **Поиск решения**.

В диалоговом окне **Поиск решения** установить нужные параметры:

- в окне **Установить целевую ячейку** – появится адрес ячейки Y ;
- в поле **Изменяя ячейки** - ввести адреса ячеек, где будут рассчитаны значения переменных x_1, x_2 ;
- в окне **Ограничения** ввести следующие ограничения, выбрав параметр **Добавить...:**

адрес ячейки, где находится $x_1 \geq$ адрес ячейки, где находится
минимальное значение x_1

адрес ячейки, где находится $x_1 \leq$ адрес ячейки, где находится
максимальное значение x_1

Ввести аналогичные ограничения для переменной x_2 .

Если при вводе задачи возникает необходимость в изменении или удалении внесенных ограничений, то это делается с помощью команд **Изменить..., Удалить**.

После ввода последнего ограничения вместо **Добавить...** ввести **ОК**.

После нажатия кнопки **Выполнить** найденные значения переменных x_1, x_2 и Y будут находиться в искомым ячейках.

Задание 4:

Определить уравнения регрессии в форме пользователя (полинома 2-го порядка), оценить его достоверность и определить длину нити в петле, при которой остаточная деформация трикотажа минимальна для данных табл.4.

Самостоятельная работа

1. Определить уравнение регрессии с помощью функций ЛИНЕЙН(), ЛГРФПРИБЛ() и в форме пользователя. Определить границы, в которых справедливо данное уравнение.
2. Оценить адекватность полученной регрессионной зависимости (R^2).
3. Определить расчетные значения y по полученному уравнению регрессии. Сравнить с фактическими значениями y , сделать выводы.
4. Определить достоверность величины коэффициента детерминации R^2 . Сделать выводы.
5. Определить коэффициенты Стьюдента для всех коэффициентов регрессии: b и m_i .
6. Определить значение вероятности β для всех коэффициентов регрессии.
7. Определить вероятность того, что значения коэффициентов регрессии достоверны. Сделать выводы.
8. Построить график для данной зависимости.
9. Найти оптимальные значения величины X .

Для следующих вариантов задания однофакторной зависимости:

Вариант 1

Зависимость разрывной нагрузки от величины крутки для полипропиленовых швейных ниток из пряжи 25 текс х2 в 2 сложения

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Заправочная крутка, K , кр/м | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| Разрывная нагрузка, P_p , сН | 2315 | 2395 | 2475 | 2465 | 2485 | 2370 | 2310 | 2390 | 2440 |

Выполнить аналогичные задания для следующих вариантов задания многофакторной зависимости:

Вариант 1

МФЗ

Объект оптимизации – трикотажное полотно, выработанное комбинированным переплетением с элементами полного двухцветного жаккарда.

Критерий оптимизации Y – поверхностная плотность полотна, г/м²

Уровни варьирования факторов

| Наименование фактора | Условное обозначение | <i>Уровни факторов</i> | | |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------|------|-----|
| | | -1 | 0 | +1 |
| Линейная плотность капрона, текс | X_1 | 5 | 8,3 | 10 |
| Глубина кулирования, мм | X_2 | 0,95 | 1,05 | 1,1 |
| Характеристика раппорта рисунка, пет. | X_3 | 10 | 30 | 50 |

Матрица планирования эксперимента

| Номер опыта | X_1 | X_2 | X_3 | Y |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | +1 | -1 | +1 | 127,9 |
| 2 | +1 | +1 | -1 | 158,9 |
| 3 | +1 | -1 | -1 | 113,1 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | 183,9 |
| 5 | -1 | +1 | 0 | 148,4 |
| 6 | -1 | 0 | +1 | 122,5 |
| 7 | -1 | 0 | -1 | 129,4 |
| 8 | -1 | -1 | 0 | 102,3 |
| 9 | 0 | -1 | +1 | 117,3 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 132,4 |
| 11 | -1 | -1 | -1 | 108,5 |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 5

ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ

Чтобы определить характер зависимости, описываемой уравнением регрессии, это уравнение можно представить графически, что очевидно возможно для числа переменных $n \leq 2$. При $n=1$ уравнение регрессии имеет вид графика на плоскости, а при $n=2$ уравнение регрессии представляет собой поверхность или семейство графиков.

Графическое представление уравнений регрессии состоит из двух этапов:

- расчет таблиц по уравнению регрессии;
- графическое представление табличных данных.

Задание.

Построить график уравнения регрессии, полученного в форме пользователя по данным табл.6 в лабораторной работе №4.

1. Расчет таблицы для функции двух переменных

1. Назначить две ячейки, которые будут использоваться как аргументы функции $y=f(x_1, x_2)$. Например, для x_1 - назначить ячейку b3, а для x_2 - ячейку b4.

2. В ячейку b5 ввести формулу для вычисления уравнения регрессии, вводя вместо x_1 и x_2 соответствующие ячейки. При этом в b5 появится значение этой функции при $x_1=b3=0$ и $x_2=b4=0$. Если это по каким-либо соображениям не устраивает, то ввести любые другие значения x_1 и x_2 .

3. Ввести значения x_1 , для которых будет рассчитано значение функции, в ячейки строки 5. Для этого в ячейку c5 ввести начальное значение x_1 , в меню **Правка** выбрать **Заполнить, Прогрессия...**, **По строкам**. Ввести шаг изменения аргумента x_1 и максимальное значение x_1 . Данные ячейки заполнятся значениями x_1 .

4. Ввести задаваемые значения x_2 в ячейки столбца В. Для этого в ячейку b6 ввести начальное значение для x_2 , заполнить их аналогично, выбрав опцию **По столбцам**.

5. Выделить полученную таблицу, выбрать в меню **Данные** опцию **Таблица подстановки...** В диалоговое окно Таблицы подстановки ввести:

подставлять значения по столбцам в b3

подставлять значения по строкам в b4.

На экране - вычисленные значения функции $y=f(x_1, x_2)$.

2. Графическое представление функции двух переменных

1. Выделить полученную таблицу.

2. Выбрать **Мастер диаграмм**. На шаге 1 - выбрать Поверхность. На следующих шагах ввести соответствующие подписи данных для диаграммы.

Самостоятельная работа

Построить график уравнения регрессии, полученного в форме пользователя по данным индивидуального задания для многофакторной зависимости в лабораторной работе №4.

2.5. Контроль знаний студентов

2.5.1. Перечень форм контроля

Промежуточный контроль знаний студентов осуществляется при подготовке к работе, выполнении и сдаче каждого задания лабораторной работы.

В качестве заключительного контроля знаний студентов в 8 семестре служит зачет. Зачет ставится при выполнении и защите всех лабораторных работ.

2.5.2. Оценка знаний студентов

Нормы оценки знаний предполагают учет индивидуальных особенностей студентов, дифференцированный подход к обучению, проверке знаний, умений.

В устных и письменных ответах студентов на зачете оцениваются знания и умения по системе зачета. При этом учитывается: глубина и полнота знаний, владение необходимыми умениями (в объеме полной программы); осознанность и самостоятельность применения знаний в учебной деятельности, логичность изложения материала, включая обобщения, выводы (в соответствии с заданным вопросом), соблюдение норм литературной речи.

2.5.3. Критерии оценки

Ставится «зачет» – материал усвоен в полном объеме; изложен логично; основные умения сформированы и устойчивы; выводы и обобщения точны или в усвоении материала имеются незначительные пробелы; изложение недостаточно систематизировано; отдельные умения недостаточно устойчивы; в выводах и обобщениях допускаются некоторые неточности.

Ставится «незачет» – в усвоении материала имеются пробелы; материал излагается не систематизировано; отдельные умения недостаточно сформированы; выводы и обобщения аргументированы слабо; в них допускаются ошибки; основное содержание материала не усвоено.

2.6 Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие модель.
2. Методы моделирования.
3. Физическое моделирование.
4. Математическое моделирование.
5. Математическая модель технологического процесса.
6. Моделирование технологических процессов на ЭВМ.

7. Имитационная модель.
8. Моделирование взаимосвязи параметров структуры трикотажа и внешних усилий при равновесном состоянии трикотажа.
9. Геометрическая модель структуры трикотажа.
10. Математическая модель трикотажа С.Джона и Р.Поста.
11. Модель трикотажа М.Конопасека.
12. Математическая модель Д.Мандена и Дж.Нэптона для равновесного трикотажа.
13. Моделирование зависимости между потенциальной энергией изогнутой нити и характеристиками структуры трикотажа.
14. Имитационное моделирование структуры трикотажа.
15. Моделирование деформации трикотажа.
16. Модель деформации трикотажа Максвелла.
17. Обобщенная трехкомпонентная модель деформации трикотажа Кельвина - Фойгта.
18. Моделирование натяжения пряжи при сходе с поверхности рабочих органов петлеобразования при условии ее динамического равновесия.
19. Моделирование сил, действующих на иглу при ее движении в пазу игольного цилиндра при условии динамического равновесия иглы.
20. Моделирование операции прессования язычковой иглы в процессе петлеобразования при кинематическом исследовании объекта.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

3.1. Основная литература

1. Севостьянов П.А. Математические методы обработки данных. Учебное пособие для вузов, - М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2004.
2. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов,- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
3. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности,- М.: Легпромбытиздат, 1991.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерное приложение: Учебное пособие. Рек. МО РФ. - М.: Высшая школа, 2000.

3.2. Дополнительная литература

1. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности, - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980.
2. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере/ Под ред. Фигурнова В.Э. - М.: ИНФРА, 1998.
3. Орвис В.Дж. EXCEL для ученых, инженеров и студентов: Пер. с англ. - Киев: Юниор, 1999.
4. Рыжиков Ю.И. Решение научно-технических задач на персональном компьютере: Для студентов и инженеров. -Спб.: КОРОНА принт, 2000.
5. Васильев О.В., Аргучинцев А.В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях: Учебное пособие. - М.: Физматлит, 1999.
6. Н.Джонсон, Ф.Лион Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных.- М.: Издательство «Мир», 1990.

3.3 Методическое обеспечение дисциплины

1. Абакумова И.В., Рыбакова Л.В., Садовская М.Н. Построение математических моделей средствами Excel. Учебно-методическое пособие. Амурский гос.ун-т, Благовещенск, 2000.
2. Абакумова И.В., Тибенко Т.А., Сухова Т.Н. Обработка данных средствами Excel. Учебно-методическое пособие. Амурский гос.ун-т, Благовещенск, 2006.

3.4 Технические средства обеспечения дисциплины

- 1.Компьютер.
- 2.Электронная таблица MS Excel.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 260704

8 семестр

| № недели | № темы лекции | Вопросы, рассматриваемые в лекции | № лабораторной работы | Самостоятельная работа студентов | | |
|------------------|---------------|--|-----------------------|--|------|--|
| | | | | содержание | часы | форма контроля |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1, 2 | 1 | Математическая модель и виды моделирования | 1 | 1. Построение математической модели по индивидуальному заданию. 2. Оформление отчета в тетради | 6 | Защита лабораторной работы с предоставлением отчета. |
| 3, 4, 5, 6, 7, 8 | 2 | Моделирование технологических параметров структуры трикотажа | 1, 2 | 1. Построение математической модели по индивидуальному заданию. 2. Оформление отчета в тетради. | 10 | Защита лабораторной работы с предоставлением отчета. |
| 9, 10 | 3 | Моделирование натяжения пряжи при сходе с поверхности рабочих органов петлеобразования при условии ее динамического равновесия | 3 | 1. Построение математической модели по индивидуальному заданию. 2. Оформление отчета в тетради. | 4 | Защита лабораторной работы с предоставлением отчета. |
| 11, 12 | 4 | Моделирование сил, действующих на иглу при ее движении в пазу игольного цилиндра при условии динамического равновесия иглы | 4 | 1. Построение математической модели по результатам однофакторного и многофакторного экспериментов по индивидуальному заданию. 2. Оформление отчета в тетради. | 4 | Защита лабораторной работы с предоставлением отчета. |
| 13, 14, 15 | 5 | Моделирование операции прессования язычковой иглы в процессе петлеобразования при кинематическом исследовании объекта | 4, 5 | 1. Построение графика математической модели по индивидуальному заданию. 2. Оформление отчета в тетради. | 6 | Защита лабораторной работы с предоставлением отчета. |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе | 3 |
| 2. Содержание дисциплины | 5 |
| 2.1 Требование стандарта | 5 |
| 2.2 Наименование тем, объем (в часах) лекционных, лабораторных занятий и самостоятельной работы | 5 |
| 2.3 План-конспект лекций | 6 |
| 2.4 Лабораторные занятия. Самостоятельная работа студентов | 8 |
| Лабораторная работа № 1. Определение уравнения регрессии с помощью функции ЛИНЕЙН | 8 |
| Лабораторная работа № 2. Определение нелинейной регрессии с помощью функции ЛГРФПРИБЛ | 14 |
| Лабораторная работа № 3. Вычисление регрессии с помощью инструмента АНАЛИЗА | 18 |
| Лабораторная работа № 4. Определение уравнения нелинейной регрессии в форме пользователя | 20 |
| Лабораторная работа № 5. Графическое представление уравнений регрессии | 25 |
| 2.5. Контроль знаний студентов | 26 |
| 2.5.1. Перечень форм контроля | 26 |
| 2.5.2. Оценка знаний студентов | 27 |
| 2.5.3. Критерии оценки | 27 |
| 2.6. Перечень вопросов для подготовки к зачету | 27 |
| 3. Учебно-методические материалы по дисциплине. Рекомендуемая литература | 29 |
| 3.1. Основная литература | 29 |
| 3.2. Дополнительная литература | 29 |
| 3.3. Методическое обеспечение дисциплины | 30 |
| 3.4. Технические средства обеспечения дисциплины | 30 |
| 4. Учебно-методическая карта дисциплины для специальности 260704 | 31 |

Ирина Валентиновна Абакумова,

доцент кафедры конструирования и технологии одежды АмГУ

Моделирование технологических процессов

Учебно-методический комплекс по дисциплине для специальности 260704 –
«Технология текстильных изделий»
