

Министерство образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра автоматике и автоматизации
производственных процессов

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов специальности 210200

Санкт-Петербург 2000

УДК 681.5.017

Стегаличев Ю.Г., Замарашкина В.Н., Абугов М.В. Разработка и реализация модели на основе экспертных оценок: Метод. указания по выполнению лабораторной работы для студентов спец. 210200. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2000. – 55 с.

Приведены методические указания по выполнению лабораторной работы “Разработка и реализация модели на основе экспертных оценок”, даны тексты программ “Expert 2” и “REITMOD” и другая документация.

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. О.И. Сергеенко

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2000

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В методических указаниях рассматривается методика разработки и реализации математического описания (модели), определяющего зависимость одного из показателей качества (отклика) $Z(a)$ от группы факторов технологического процесса: возмущающих воздействий на процесс $X(\gamma)$ и $Y(j)$ и таких показателей качества, как $Z(i)$ ($i = 1 \dots n$, $j = 1 \dots k$, $\gamma = 1 \dots m$). Исходными данными для реализации модели являются результаты опроса экспертов-специалистов, или результаты анкетирования, отсюда и название – рейтинговая модель.

Эта модель используется в тех случаях, когда аналитический или экспериментальный метод получения математического описания зависимости отклика от влияющих на него факторов не пригоден. Основными этапами создания рейтинговой модели являются:

1. Параметрический анализ технологического процесса. Разработка формы и содержания опросных карт.
2. Подготовка группы экспертов и проведение опроса.
3. Математическая обработка результатов экспертизы с целью получения рейтинговых оценок влияния факторов $X(\gamma)$, $Y(j)$ и $Z(i)$ на исследуемый отклик $Z(a)$.
4. Математическая обработка результатов экспертизы с целью статистической оценки допустимых диапазонов варьирования факторов $X(\gamma)$, $Y(j)$ и $Z(i)$ (если необходимость такой оценки выявлена при анализе параметрической схемы).
5. Выбор вида математической зависимости

$$Z(a) = f(X(y), Y(j))$$

или при переходе к единой индексации влияющих факторов

$$Z(i) = f(X(1), \dots, X(N)),$$

где $N = m + n + k$.

6. Определение коэффициентов модели с использованием в качестве исходных данных рейтинговых оценок влияния и ограничений на варьирование отклика $Z(a)$ и влияющих факторов $X(\gamma)$, $Y(j)$ и $Z(i)$.

7. Подготовка программного блока, реализующего операции вычисления ожидаемых значений отклика $Z(a)$ при варьировании факторов $X(\gamma)$, $Y(j)$ и $Z(i)$ в процессе решения задачи оптимизации.

Подготовка и проведение экспертизы

В приложении 1 приведен пример реализации первого и второго этапов применительно к технологическому процессу приготовления смеси мороженого. Для рассматриваемого примера реализация параметрической схемы приведена на рисунке прил. 1 В качестве анализируемого отклика $Z(a)$ рассматривается оценка в баллах вкуса мороженого $Z(6)$. Исследуется влияние на вкус мороженого следующих факторов:

$Y(1) - Y(8)$ – количества отдельных компонентов сырья – молока, сливок, масла и др., закладываемых в смесь согласно рецептуре (управляющие воздействия на технологический процесс);

$Z(1) - Z(5)$ – характеристик состава смеси – содержание жира, СОМО, сахара, сухих веществ, воды (показатели качества, влияющие на вкус).

Неуправляемые возмущения $X(1) - X(8)$ – характеристики состава отдельных компонентов сырья (жира, СОМО, сахара и др.) в каждом виде сырья в рассматриваемом примере принимаются постоянными величинами и их отклонения при формировании модели не учитываются

Карты опроса экспертов подготовлены для анализа конкретного вида мороженого - пломбира.

Форма карты предусматривает анализ отклонений отклика $X(\gamma)$, $dY(j)$ от налаженного состояния технологического процесса. Под налаженным состоянием следует понимать такой рабочий режим, при котором все варьируемые переменные соответствуют номинальным значениям $XNOM(\gamma)$, $YNOM(j)$, $ZNOM(i)$.

Оаõííëíãè÷ãñèèå òðããíããíëÿ, ñññòãã êñññíãíðíã, íñíëíãëüíúã çíã÷ãíëÿ ãðããíãððíã ãðëíÿòú ãí òãõííëíãè÷ãñèéë êññòððóëëè íã ãðí-ëçãíãñòãí ãððíããíãí [1]. Áíãëèç êññòððóëëè ãíëãçãë, ÷òí äëÿ áíëü-øëíñòãã òãëòíðíã $Y(j)$ (ãíçèððíãëã êñññíãíðíã) ãñíòñëããðñÿ ããðüë-ðíããíëã ÷ëñëãííúð çíã÷ãíëé, ãí íã çãããíú ãððãíë÷ãíëÿ íã ãëãíãçíí ëð ããðüëðíããíëÿ, à äëÿ òãëòíðíã $Z(i)$ (ðãðãëòãððëòëè ñññòããã ñíãñè) ãððãíë÷ãíëÿ çãããðñÿ ðíëüëí íëãíëí ãðãããëí (“íã íãíãã”). Íÿòííó à ãððíííúð êãððãð ãðããñííððãí ãññíëíëòãëüíúé ãñððñ ê ÿëñíãððãí ã ãðããëüíúð çíã÷ãíëÿð ããðüëðíããíëÿ òãëòíðíã.

Êññëãëò êãðò ãððíã ÿëñíãððíã ã äëëÿíëè òãëòíðíã íã ãëòñ ãððíããíãí ãðããñíãòðëãããð ãíëó÷ãíëã íãíëé ÿëñíãððíã-ñíãòëãëëñ-òíã ãí ñëããòðüëí ãñððíãí:

1. Ìðãããëüíí ãñíòñðëíã ãðëëííãíëã êãããíãí òãëòíðã ãò ãðíã-ðëãíãí çíã÷ãíëÿ, øëãçãííãí ã òãõííëíãè÷ãñèéë êññòððóëëè à ñòíðííó óããëè÷ãíëÿ – $YMAX(j)$, $ZMAX(i)$.

2. Ìðãããëüíí ãñíòñðëíã ãðëëííãíëã êãããíãí òãëòíðã ãò ãðíã-ðëãíãí çíã÷ãíëÿ à ñòíðííó óíãíüøãíëÿ – $YMIN(j)$,

3. Оценка знака (“-” – ухудшение или “+” – улучшение) и величины (в баллах $-5...0...+5$) отклонения отклика (вкуса мороженого) при отклонении данного фактора $Y(j)$ ëëè $Z(i)$ à ãíëíãëòãëüíóð ñòíðííó – ðãëðëíã $r1(i)$ фактора i .

4. $\hat{Y}(j)$ è $Z(i)$ à $r_2(i)$ фактора i .

Группа экспертов должна включать не менее 5 человек. Каждый эксперт заполняет комплект карт опроса в соответствии с формулировкой задачи и руководствуясь собственным опытом, либо проводя индивидуальные эксперименты. Пример карты, заполненной одним из экспертов дан в табл. 1 прил. 1.

Результаты опроса оформляются в виде сводных таблиц балльных оценок экспертов по каждому вопросу. В табл. 2 прил. 1 приведен пример сводной таблицы проставленных пятью экспертами оценок влияния восьми факторов – управляющих воздействий $Y(1) – Y(8)$ на отклик $Z(6)$ – вкус мороженого. Оценки могут быть положительными (улучшение вкуса) и отрицательными (ухудшение вкуса). В сводной таблице получаются два массива данных. Массив “а” содержит оценки экспертами отклонения вкуса в баллах при положительных отклонениях от номинального значения каждого из влияющих факторов, массив “б” – отклонения $Z(a)$ при отрицательных отклонениях тех же факторов.

В табл. 3 прил. 1 сведены оценки экспертами допустимых отклонений варьируемых факторов рассматриваемого процесса приготовления смеси мороженого. В этой таблице отклонения каждого фактора от номинального значения в процентах (см. табл. 1) заменены на оценки в баллах (0..5).

Обработка результатов экспертизы

Математическая обработка результатов опроса экспертов осуществляется с использованием специальной программы “EXPERT-2”, текст которой приведен в прил. 2. Программа используется последовательно для получения усредненных балльных оценок экспертов по каждому из перечисленных выше показателей $Y_{MAX}(i)$, $Y_{MIN}(i)$, $r_1(i)$, $r_2(i)$ ($i = 1..N$). $\hat{Y}(j)$ è $Z(i)$ à $r_2(i)$ фактора i . $\hat{Y}(j)$ è $Z(i)$ à $r_2(i)$ фактора i . Такой способ обработки результатов экспертизы позволяет применить методы математической статистики для снижения влияния существенных промахов (“ошибок”) оценок отдельных экспертов на результат и оценить согласованность мнений экспертов. С методикой обработки результатов экспертизы и математическим обеспечением этой задачи следует познакомиться по распечатке программы, приведенной в прил. 2, где имеются комментарии ко всем операциям преобразования информации.

Внимание! При сопоставлении изложенного ниже материала с текстом программы “EXPERT-2” à ðñ. 1 ðè. 2 àáâçèéî ó÷èò-ààò, ÷ò

â òâéñòâ ïðíãðàííû èñííëüçòðòñý äðòâèâ íáíçíà÷áíèý ïãðâ-íáííûð è èíááéñíâ. Ðàñòèððíâèà ÿðèð íáíçíà÷áíèè ïðèááááíà íà ïãðâí èñòâ ïðíãðàííû.

Â ïðíãðàííâ “EXPERT-2” âñííëýðòñý ñèáâòðèèâ ïãðàòèè ïí ïãðàáíðèâ ðáçòèððàòíâ ÿéñíãððèçû:

1) определение коэффициента “компетентности” каждого эксперта по доле его “ошибок” в сумме “ошибок” всех экспертов при оценке всех факторов;

2) корректировка оценки, данной экспертом в опросной карте каждому фактору, с учетом величины и знака ошибки (отклонение данной оценки от среднеарифметического значения оценки всеми экспертами), а также с учетом коэффициента “компетентности” данного эксперта.

Для корректировки оценок экспертов программа выполняет следующие операции:

1. Вычисление суммы оценок i -го фактора, выставленных всеми экспертами:

$$R(i) = \sum_{\beta=1}^M q(\beta, i),$$

где i – номер оцениваемого фактора, β – номер эксперта, $q(\beta, i)$ – единичный ранг (оценка) i -го фактора β -м экспертом, M – число экспертов.

2. Определение среднеарифметической оценки i -го фактора всеми экспертами:

$$C(i) = \frac{R(i)}{M}.$$

3. Корректировка среднеарифметической оценки с помощью поправки на “компетентность” эксперта, для чего определяется:

– “ошибка” – отклонение оценки i -го фактора β -ым экспертом от средней оценки данного фактора всеми экспертами (может быть положительным и отрицательным числом)

$$\Delta(\beta, i) = C(i) - q(\beta, i),$$

– сумма “ошибок” β -го эксперта по всем факторам

$$\sigma(\beta) = \sum_{i=1}^N \Delta(\beta, i),$$

где N – число факторов,

– сумма “ошибок” всех экспертов

$$\sigma = \sum_{\beta=1}^M \sigma(\beta)$$

– коэффициент “компетентности” β -го эксперта (для “ошибок” β -го эксперта в совокупности “ошибок” всех экспертов)

$$V(\beta) = \frac{\alpha(\beta)}{\sigma}$$

Скорректированная оценка β -ым экспертом i -го фактора с поправкой на “компетентность” определяется уравнением

$$qV(\beta, i) = q(\beta, i) + \Delta(\beta, i) \cdot V(\beta, i).$$

Скорректированная оценка i -го фактора (среднеарифметическое значение по скорректированным оценкам всех экспертов)

$$R(i) = \frac{\sum_{\beta=1}^M qV(\beta, i)}{M}$$

× ϵ ñ ϵ áííú \grave{a} çíà÷ \acute{a} í \grave{e} \ddot{y} $R(i)$ используются на следующих этапах разработки модели в качестве рейтинговых оценок $r_1(i)$ и $r_2(i)$ ñ \grave{o} áí \acute{a} í \grave{e} \acute{a} ϵ \grave{e} \ddot{y} í \ddot{e} \ddot{y} \acute{o} á ϵ \grave{o} í \grave{d} à $X(i)$ на отклик $Z(a)$.

Â í δ í \acute{a} ð \grave{a} íí \acute{a} \acute{o} á ϵ æ \acute{a} í δ á \acute{o} ñíí \acute{o} ð \acute{a} í \acute{a} í δ í \acute{o} á \acute{o} ð \acute{a} ñ \acute{o} á \acute{o} è \acute{s} tí÷ \acute{a} ñ \acute{e} í \acute{e} í \acute{o} áí \acute{e} \grave{e} ñ \acute{o} áí \acute{a} í \acute{e} ñí \acute{a} æ \acute{a} ñí \acute{a} áííí \acute{n} ò \acute{e} íí \acute{a} í \acute{e} \acute{e} \acute{y} éñí \acute{a} ð \acute{o} í \acute{a} , íç \acute{a} í \acute{e} \acute{y} ð \acute{u} á \acute{y} ïí \acute{e} í \acute{y} ò \acute{d} è \acute{o} è \acute{a} í \acute{o} \acute{e} íí \acute{e} í \acute{d} á \acute{o} è \acute{e} $W(i)$ è \acute{e} ð \acute{e} ò \acute{a} ð \acute{e} ð \acute{I} èðñíí \acute{a} χ^2 á \acute{u} á \acute{d} à \acute{o} ü δ á \acute{o} áí \acute{e} á \acute{I} ð \acute{e} í \acute{e} í \acute{a} ò \acute{o} ü èèè í \acute{a} í δ èí \acute{e} í \acute{a} ò \acute{o} ü δ áç \acute{o} èü \acute{o} ð \acute{o} ü \acute{y} éñí \acute{a} ð \acute{o} èç \acute{u} èç-ç \acute{a} ñ \acute{o} ú \acute{a} ñ \acute{o} á \acute{a} ííí \acute{a} í δ áñ \acute{o} í \acute{a} æ \acute{a} í \acute{e} \ddot{y} íí \acute{a} í \acute{e} \acute{e} \acute{y} éñí \acute{a} ð \acute{o} í \acute{a} .

Êí \acute{e} è÷ \acute{a} ñ \acute{o} á \acute{a} íí \acute{a} \acute{y} í \acute{o} áí \acute{e} à ñí \acute{a} æ \acute{a} ñí \acute{a} áííí \acute{n} ò \acute{e} íí \acute{a} í \acute{e} \acute{e} \acute{a} ð \acute{o} íí \acute{u} \acute{y} éñí \acute{a} ð \acute{o} í \acute{a} í δ áí \acute{a} í \acute{a} í \acute{e} í \acute{o} áí \acute{e} á \acute{e} àæ \acute{a} íí \acute{a} í \acute{o} á ϵ \acute{o} í \acute{d} à í δ í \acute{e} ç \acute{a} í \acute{a} è \acute{o} ñ \acute{y} ïí \acute{y} í \acute{o} ð $\acute{í}$ í \acute{e} \acute{e} δ áñí \acute{d} á \acute{a} á \acute{e} áí \acute{e} \ddot{y} í \acute{a} ñ \acute{o} , í δ èñí \acute{a} íííí \acute{u} ð \acute{y} éñí \acute{a} ð \acute{o} àí \acute{e} í -í \acute{o} \acute{o} á ϵ \acute{o} í \acute{d} ó:

$$H(i) = \sum_{q=1}^L \frac{n(q, i)}{M} \lg \frac{n(q, i)}{M},$$

ã \acute{a} ã $n(q, i)$ – число экспертов, которые поставили i -му фактору ранг (оценку) q , L – максимальное значение ранговой оценки (для шкалы оценок 0...5 значение $L = 5$, для шкалы -5...0...+5 значение $L = 10$).

Степень согласованности мнений экспертов по i -му фактору оценивается коэффициентом согласованности

$$W(i) = 1 - \frac{H(i)}{H_{\text{MAX}}(i)}.$$

Максимальная мера рассогласованности мнений экспертов $H_{MAX}(i)$ будет иметь место в том случае, когда равное число экспертов присвоило i -му фактору все численные значения рангов от 1 до L , т. е. $n(1, i) = n(2, i) = \dots = n(L, i) = M/L$. В этом случае энтропия определяется уравнением

$$H_{MAX}(i) = \sum_{q=1}^M \frac{M}{L} \lg \frac{M}{M}.$$

Äëý îöáíèè àãðíýðíñòè ìýäèäíèý îøèáí÷íúð ðàçóëüòàòíâ ýèñ-íãððèçú ì âñâ ðàèòíðàì íáíáðíàèì îöáíèèòü àãðíýðíñòü ñëó÷àé-íâíâ ðàðàèèðàðà ííáíèè ýèñíãððíâ. Äëý ðàèíèè îöáíèè ìðàããèýðò èí-òíðíàèèííúè èíýðèèèòíð èííèðààòèè

$$W(u) = 1 + \frac{\sum_{i=1}^N H(i)}{\sum_{i=1}^N H_{MAX}(i)} = \frac{N \lg L + \sum_{i=1}^N H(i)}{N \lg L},$$

где в числителе – количество полученной в результате опроса информации, в знаменателе – максимально возможное количество информации.

Значимость результатов экспертизы в целом определяется по критерию Пирсона

$$\chi^2 = M(N - 1) W(u).$$

Ï çàããðøáíèèè ðàáíòü ìðíãðàííà “Expert-2” выдает таблицу результатов по форме табл. 1, приведенной в прил. 2.

Прежде чем использовать результаты для формирования рейтинговой модели необходимо провести проверку достоверности результатов. Для этого анализируется степень согласованности мнений экспертов при оценке каждого фактора $W(i)$ (последний столбец табл. 1 прил. 2). Степень согласованности изменяется в диапазоне $0 < W(i) < 1$ (при $W(i) = 0$ íàò àãèíðòàà ííáíèè ýèñíãððíâ, ìðè $W(i) = 1$ ýèñíãððü àèèíáóøíü â îöáíèè i-â ðàèèòíðà).

С целью исключения сомнительных результатов экспертизы следует установить предельно допустимое значение коэффициента согласованности $W_{MIN}(i)$ для всех факторов или для каждого фактора в отдельности. Выбор предельного значения коэффициента согласованности осуществляется в зависимости от опасности последствий ошибки в результате экспертизы. Например, если ошибочное решение, принятое по результатам экспертизы, может нанести вред здоровью человека, то значение $W_{MIN}(i)$ ñèããòàð íàçíà÷àòü àèèæâ è 1.

Äey îoáíèè ðáçóëüðàòíâ ýéñíáððòèçú â òáëíí íáíáðíáëíí ñðááíèðü ðáñ÷áòíúâ çíà÷áíèý èðèòáðèý Ìèðñíâ ñ íðáááëüíúí çíà÷áíèáí èðèòá-ðèý, íðèááááíúí â ñòàðèèðè÷áíèèð òááèèðòáð. Ýëáíáíò òáèíèè òááèèèðü íðèááááí â òááèè. 2 íðèè. 2.

Расчетное значение критерия Пирсона выводится вместе с таблицей результатов (табл. 1 прил. 2). Если расчетное значение критерия Пирсона χ^2 больше табличного значения критерия χ^2_{τ} , найденного по табл. 2 прил. 2 для числа степеней свободы $f = M - 1$ и уровня значимости α (например, $\alpha = 0,05$), то с вероятностью $p = 1 - \alpha$ можно утверждать, что согласованность мнений экспертов носит не случайный характер, и результаты экспертизы принимаются. При $\chi^2 < \chi^2_{\tau}$ экспертизу требуется проводить заново.

Выбор вида рейтинговой модели

Формируемая модель предназначена для расчета отклонений отклика $Z(a)$ (в рассматриваемом примере – оценка в баллах вкуса мороженого) от номинального значения $ZN\hat{I}(a)$ (à) íðè áàðüèððíááíèè áèèýðüèð òáèòíðíâ $\hat{O}(i)$, где $i = 1 \dots N$ (в примере – дозировка различных компонентов сырья в смесь, а также характеристики состава смеси). Оптимизационные расчеты с использованием модели предполагается проводить для налаженного технологического процесса, т. е. для такого режима, при котором, исходя из концепции нормального распределения варьируемых переменных, численные значения отклика $Z(a)$ è áñáð òáèòíðíâ $\hat{O}(i)$ áèèçèè è ñðááíáíò çíà÷áíèð $ZN\hat{I}(a)$, $XNOM(i)$ (íàðáíàðè÷áíèíò íæèááíèð \hat{I}) áèý áèáíàçíâ áàðüèððí-ááíèý èàæáíè íàðáíáíííè:

$$ZNOM(a) = MO \{ZMIN(a), ZMAX(a)\}$$

$$XNOM(i) = MO \{XMIN(i), XMAX(i)\}$$

При выборе вида модели следует также учитывать, что в реальном технологическом процессе диапазоны варьирования отклика $Z(a)$ и влияющих факторов $X(i)$ не могут быть большими.

С учетом изложенного выше можно реализовать модель в виде линейной алгебраической зависимости, связывающей отклонения от номинальных значений отклика $dZ(a) = Z(a) - ZNOM(a)$ и отклонения от номинальных значений факторов $dX(i) = X(i) - XNOM(i)$. Доля влияния каждого фактора $X(i)$ на отклик $Z(a)$ будет определяться в этом уравнении коэффициентами веса, вычисленными на основании ранговых оценок $r1(i)$, $r2(i)$ (см. табл. 1 прил. 2) и с учетом диапазонов варьирования каждой переменной. При практическом использовании такой модели следует также учитывать знак отклонения от номинального значения влияющего фактора $\pm dX(i)$ и знак ранговой оценки данного фактора $\pm r1(i)$, $\pm r2(i)$.

Реализация рейтинговой модели

Реализовать рейтинговую модель можно с помощью специальной программы “REITMOD”, текст которой приведен в прил. 3.

Для реализации модели необходимо подготовить исходные данные для расчета в виде сводной таблицы результатов экспертного исследования объекта управления. Форма и пример заполнения такой таблицы приведен в табл. 1 прил. 3.

При реализации модели, а в дальнейшем и при ее использовании, изменения всех возмущающих воздействий $X(i)$ переводятся в приращения и выражаются в относительной форме:

$$dX(i) = \frac{X(i) - X_{NOM}(i)}{X_{MAX}(i) - X_{MIN}(i)} .$$

Отметим, что значение ранговых оценок $r1(i)$, приведенных в табл. 1 прил. 3 будут соответствовать положительным отклонениям факторов $+dX(i)$, а $r2(i)$ – отрицательным отклонениям $-dX(i)$. Знак перед ранговой оценкой в таблице показывает направление отклонения отклика: $+ r1(i)$ и $+ r2(i)$ – в сторону $Z_{MAX}(a)$ от номинального значения при данном отклонении фактора $dX(i)$; $-r1(i)$ и $-r2(i)$ – в сторону $Z_{MIN}(a)$.

В связи с изложенным в таблицу исходных данных (табл. 1, прил. 3) кроме ранговых оценок должны входить численные характеристики номинальных и предельных значений отклика – $Z_{NOM}(a)$, $Z_{MAX}(a)$, $Z_{MIN}(a)$ и всех влияющих на отклик факторов – $X_{NOM}(i)$, $X_{MAX}(i)$, $X_{MIN}(i)$.

Следует учесть, что в число факторов $X(i)$, влияющих на данный отклик $Z(a)$, входят управляющие воздействия $Y(j)$, неуправляемые возмущения $X(\gamma)$, (см. пример параметрической схемы на рис. 1 прил. 1). Для получения модели универсального вида в табл. 6 предусмотрена графа замены обозначений переменных. Все влияющие на отклик факторы в программе получают обозначение $X(i)$, где $i = 1 \dots N$.

Ввод исходных данных в программу “REITMOD” осуществляется в режиме диалога. После проверки правильности ввода программа осуществляет расчет коэффициентов рейтинговой модели.

В процессе расчета определяются доли участия каждого фактора $dX(i)$ в отклике $Z(a)$ – $d1(i)$ и $d2(i)$. Для фактора $dX(i)$ $d1(i)$ – доля участия в отклике $Z(a)$ при положительном отклонении фактора, а $d2(i)$ – доля участия в отклике $Z(a)$ при отрицательном отклонении фактора.

Ἰὰδᾶδῖᾶ ἔ εἶγὺδὲεὐεἰδῖᾶ ἁᾶᾶ δᾶᾶεεçóᾶᾶñý ἰδὲ ὀñεἶᾶεε, ÷δἰ ᾦᾶἰᾶ εἶγὺδὲεὐεἰδῖᾶ ἁᾶᾶ ἁᾶᾶ ὀᾶεὐἰδῖᾶ, ᾶúçúᾶᾶᾦᾦᾦ ἰδὲεἶἶᾶἶᾶ ἰδὲεεεᾶ Z(a) ᾶ ἶᾶἰ ᾦᾶἰδῖᾶ, ἶᾶ ᾶἶεᾶἶ ἰδᾶᾶᾦᾦᾦ ᾶᾶἶᾦᾦ.

Ἄεῦ ἰὰδᾶδῖᾶ ἔ εἶγὺδὲεὐεἰδῖᾶ ἁᾶᾶ ἶδᾶᾶᾶεῦᾦᾦ ᾦᾶἰ ἁᾶᾶ ἶᾦἶᾶεὐᾶεῦἶᾦ ᾦᾶἶᾶᾦᾦ ἰᾶᾶἶᾦ:

$$A1 = \sum_{i=1}^N (+r1(i)) + \sum_{i=1}^N (+r2(i)),$$

ἔ ᾦᾶἰ ἁᾶᾶ ἰδὲεὐᾶᾶεῦἶᾦ ᾦᾶἶᾶᾦᾦ ἰᾶᾶἶᾦ:

$$B1 = \sum_{i=1}^N (-r1(i)) + \sum_{i=1}^N (-r2(i)).$$

При суммировании учитывается, что отклонение фактора dX(i) не может быть одновременно положительным и отрицательным. При совпадении знаков r1(i) и r2(i) в сумму A1 или B1 добавляется наибольшее по абсолютной величине численное значение ранга.

Численные значения коэффициентов веса

$$d1(i) = \frac{r1(i)}{A1}, \text{ ᾶñᾦᾦ } r1(i) > 0,$$

$$d1(i) = \frac{r1(i)}{B1}, \text{ ᾶñᾦᾦ } r1(i) < 0,$$

$$d2(i) = \frac{r2(i)}{A1}, \text{ ᾶñᾦᾦ } r2(i) > 0,$$

$$d2(i) = \frac{r2(i)}{B1}, \text{ ᾶñᾦᾦ } r2(i) < 0.$$

Следующим этапом реализации модели является определение масштабных коэффициентов K1 и K2. Масштабные коэффициенты определяются при условии, что совокупное максимальное воздействие всех факторов X(i), вызывающих положительное отклонение отклика не должно приводить к численному значению отклика более ZMAX(a) (для K1), а совокупное действие факторов, вызывающих отрицательное отклонение отклика, не должно приводить к значению отклика менее ZMIN(a) (для K2). Определяют предельные отклонения факторов X(i)

ᾶ ἶᾦἶᾶεὐᾶᾦᾦᾦᾦ ᾦᾶἰᾶἰ

$$hX1(i) = \frac{XMAX(i) - XNOV(i)}{XMAX(i) - XMIN(i)},$$

в отрицательную сторону

$$hX2(i) = \frac{XNOM(i) - XMIN(i)}{XMAX(i) - XMIN(i)}.$$

Вычисляют положительный эффект воздействия на отклик $Z(a)$ при максимальном отклонении каждого фактора $X(i)$:

$$a_2(i) = a_1(i) \cdot h_{X1}(i), \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) > 0, r_2(i) < 0,$$

$$a_2(i) = a_2(i) \cdot h_{X2}(i), \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) < 0, r_2(i) > 0,$$

$$a_2(i) = \text{Ì} \text{Ã} \text{Õ} \{ (a_1(i) \cdot h_{X1}(i)), (a_2(i) \cdot h_{X2}(i)) \}, \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) > 0, r_2(i) > 0.$$

Тогда суммарное положительное воздействие всех факторов

$$A_2 = \sum_{i=1}^N a_2(i) .$$

Вычисляют отрицательный эффект воздействия на отклик при максимальном отклонении фактора $X(i)$

$$b_2(i) = a_1(i) \cdot h_{X1}(i), \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) > 0, r_2(i) < 0,$$

$$b_2(i) = a_2(i) \cdot h_{X2}(i), \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) < 0, r_2(i) > 0,$$

$$b_2(i) = \text{Ì} \text{N} [(a_1(i) \cdot h_{X1}(i)), (a_2(i) \cdot h_{X2}(i))], \text{ а } \text{ñ} \text{è } r_1(i) > 0, r_2(i) > 0.$$

Тогда суммарное отрицательное воздействие всех факторов:

$$B_2 = \sum_{i=1}^N b_2(i) .$$

Численные значения масштабных коэффициентов:

– для положительного отклонения отклика

$$K_1 = \frac{Z_{\text{MAX}}(a) - Z_{\text{NOM}}(a)}{A_2} ,$$

– для отрицательного отклонения

$$K_2 = \frac{Z_{\text{NOVM}}(a) - Z_{\text{MIN}}(a)}{B_2} .$$

Значения коэффициентов веса $d_1(i)$, $d_2(i)$ и масштабных коэффициентов K_1 и K_2 используются в качестве коэффициентов рейтинговой модели.

Ожидаемое численное значение отклика рассчитывают по уравнениям:

$$Z(a) = Z_{\text{NOM}}(a) + Z_1(a) - Z_2(a).$$

Поправка, увеличивающая численное значение отклика при отклонении факторов:

$$Z_1(a) = K_1 \cdot \sum (c_1(i) \cdot e_1(i) + c_2(i) \cdot e_2(i)) .$$

Поправка, уменьшающая численное значение отклика при отклонении факторов:

$$Z2(a) = K2 \cdot \sum(f1(i) \cdot e1(i) + f2(i) \cdot e2(i)).$$

В этих уравнениях:

– при отклонении факторов в положительную сторону ($dX(i) > 0$):

$$e1(i) = dX(i) \quad \text{è} \quad e2(i) = 0$$

– при отклонении факторов в отрицательную сторону ($dX(i) < 0$):

$$e1(i) = 0 \quad \text{è} \quad e2(i) = dX(i)$$

Численные значения коэффициентов веса $c1(i)$, $c2(i)$, $f1(i)$, $f2(i)$ в расчетных уравнениях формируются в зависимости от направления воздействия фактора $X(i)$ на отклик $Z(a)$, что определяется знаком ранговой оценки $r1(i)$ è $r2(i)$.

Если отклик по оценкам экспертов отклоняется в сторону $ZMAX(a)$ при отклонениях фактора $X(i)$ как в положительную ($Z1(i) > 0$), так и в отрицательную ($Z2(i) > 0$) сторону, то в расчетное уравнение подставляют:

$$c1(i) = d1(i), \quad c2(i) = d2(i), \quad f1(i) = 0, \quad f2(i) = 0.$$

Если отклонения $X(i)$ в любом направлении вызывают снижение отклика в сторону $ZMIN(a)$ è при этом оценки $r1(i) < 0$ è $r2(i) < 0$, òì íáíáðíäèì ìðèíýðü:

$$c1(i) = 0, \quad c2(i) = 0, \quad f1(i) = d1(i), \quad f2(i) = d2(i).$$

Если ранговые оценки $r1(i) > 0$ è $r2(i) < 0$, òì íàçíà÷àðòñý èíýðòè-òèáíòü:

$$c1(i) = d1(i), \quad c2(i) = 0, \quad f1(i) = 0, \quad f2(i) = d2(i).$$

Если ранговые оценки $r1(i) > 0$ è $r2(i) > 0$, òì íáíáðíäèì ìðèíýðü:

$$c1(i) = 0, \quad c2(i) = d2(i), \quad f1(i) = d1(i), \quad f2(i) = 0.$$

Практическое использование рейтинговой модели

После завершения расчетов по программе “REITMOD” ìæí çàèàçàòü ðáñíà÷àðòèó èññòà “Ðàçóèüðàòü ðáñ÷àòà”. Ìðèíáð òíðíü è ñí-ääðæáíèà òàèíá èññòà ìðáññòàâèáíü íà ðèñ. 2 ìðèè. 3. Íà èññò àúâí-äýòñý:

– èðàòèäý èíòíðíàòèý ì àèää ðáàèèçíáíííé ìáàèè;

– ìðíáðáíííüé ìáóèü, èíòíðíüé íáíáðíäèì àèèð÷èòü â ìàòáà-òè÷àñèâá íáñíà÷àíèà ìðè ðáðáíèè çáàà÷è ìðèèèçàòèè òáðííèâè÷à-ñèíáí ìðíòáññà (ñí. ìðèíáðü ìñòáííàèè è ðáðáíèý òàèèð çáàà÷è â ò÷áííí ìñíàèè [2]);

– таблица исходных данных, использованных при реализации модели, в которой содержатся ограничения на диапазоны варьирования отклика $Z(a)$ и факторов $X(i)$;

– таблица расчетных значений коэффициентов модели, которые необходимо использовать в процессе оптимизационных расчетов.

Программа “REITMOD” $\text{íđááóñíàòðèâááò òàèæá âíçíîæíñòü ïđíááðèòü ðááíòò ðááèèçíááííè íâáèè íà èííèðáòíü ïðèíáðáð. Íđíááðèâ ïðèèçáíâèòñü áâíáíí â ïðíáðáííó â ðáæèá àèèèíáà ðáçèè÷íü ñí÷áòàíèè ÷èñëáííü çíá÷áíèè òàèòíđíá $X(i)$ è áíáèèçá ðáñ÷èèòáííü ïðíáðáííè çíá÷áíèè $Z(a)$.$

Содержание лабораторной работы

1. По структурно-параметрической схеме технологического процесса, изучаемого студентом, выбирается технологическая операция, где формируется показатель качества $Z(a)$, $\text{íðèèíáíèü èíòíđíáí ïò íđíü òáèñííáðáçíí íòáíèááòü â ááèèáð èèè ïðíòáíòáð (íàíðèíáð, âèóñ, òááò, ñòðòèòòðíí-íáðáíè÷áñèèá ðáðáèòáððèñòèèè, ðáðáèòáððèñòèèè ýèíèíáè÷áñèèíè ïáñííñòè è ò. í.)$.

2. $\text{Ñíñòááèüáòñü è áíáèèçèðòáòñü ïáðáíáòðè÷áñèáü ñòáíà áèü áü-áðáííè òáðíèíáè÷áñèèíè ïáðáòèè áíáèíáè÷íí ïðááñòááèèíè íà ðèñíóíèá ïðèè. 1.$

3. $\text{Ðáçðáááòüáááòñü òíðíà è ñíááðæáíèá èáðò áèü ïíðíñà ýèñíáð-òíá ïí òèíó ïðááñòááèèííü íà èèñòáð òááè. 1 ïðèè. 1.$

4. $\text{Íðáááèüáòñü áðòííà ýèñíáðòíá â 3–5 ÷áèíáè (èç ÷èñèà ñòòááí-òíá), èáæáííó èç èíòíðü áðò÷ááòñü èííèèáèò èáðò áèü íòááòà íà ïí-ñòááèèííü â èáðòáð áíðíñü.$

5. $\text{Ñíñòááèüáòñü ñáíáíáü òááèèòà íòáííè (ðáíáíá), ïðíñòááèèííü áñáíè ýèñíáðòáíè ïí òèíó òááè. 2 ïðèè. 1, à òàèæá ñáíáíáü òááèèòà íòáííè áííóñòèíü ïðèèíáíèè òàèòíđíá òáðíèíáè÷áñèèííè ïðíòáññà ïí òèíó òááè. 3 ïðèè. 1.$

6. $\text{Íðèçáíâèòñü íáðááíòèâ ðáçòèüòáòíá ïðíñà ñ èñíèèçíááíè-áí ïðíáðáííü “EXPERT-2”. Íðíáðáííà çáíóñèááòñü èç áèðáèòíðèè “QBASIC”. Ýòà ïðíáðáííà ïááíòíáèíá íà ýçúèá QBASIC è áèü ñáíáíáíè ðááíòü ñ ïðíáðáííè ðáèíáíáòáòñü áíñòáííáèòü â íàíüòè íáòíáü òíðíèðíáíèè è èñíèèçíááíèè òáèèò ïðíáðáííè, íàíðèíáð, ïí ïñíáèð [3]. Èðàòèáü èíñòòèèèè ïí ðááíòá â ñðááá ýçúèá QBASIC íæáò ïèò÷áíá ïðè çáíóñèá òáèèè qbasic.exe. После запуска программа “EXPERT-2” ðááíòááò â ðáæèá àèèèíáà. Á ïðíáðáííó ááíáüòñü èñòíáííá ááííü èç òááè. 2 ïðèè. 1. Ááííü ááíáüòñü ïðááèüííè íáññèááíè áèü ðáñ÷áòà ðáíáíáüò íòáííè ñòáíáíè áèèüíè $r1(i)$, затем $r2(i)$ и при необходимости $X_{MAX}(i)$, а затем $X_{MIN}(i)$. После завершения расчета по каждому показателю результаты расчета выводятся на печать в виде табл. 1 прил. 2.$

7. Производится проверка достоверности результатов экспертизы по каждому обрабатываемому массиву. Анализируются численные значения степени согласованности мнений экспертов по каждому фактору (последний столбец в табл. 1 прил. 2). Если $W(i) < 0,5$, то экспертизу по i -

му фактору следует повторить. Анализируются расчетные значения критерия Пирсона (нижняя строка в табл. 1 прил. 2). Расчетное значение критерия сравнивают с предельным значением критерия, найденным по табл. 2 прил. 2. Если $\chi^2 \leq \chi_{\tau}^2$, то по данному массиву экспертизу необходимо провести заново.

8. Составляется сводная таблица результатов экспертизы технологической операции по типу табл. 1 прил. 3.

9. Рассчитываются коэффициенты рейтинговой модели с использованием программы “REITMOD”. Программа запускается из директории “QBASIC”. После запуска программа работает в режиме диалога. В программу вводятся данные из табл. 1 прил. 3. После завершения расчета следует заказать печать результатов в форме рис. 2 прил. 3, где содержится достаточно подробная инструкция по использованию реализованной модели.

10. Производится проверка результатов моделирования. Не закрывая программу “REITMOD”, заказать операцию “Пример”. Ввести в режиме диалога численные значения влияющих факторов $X(i)$, выбранные произвольным образом из диапазона варьирования. Результаты расчета вывести на печать и проанализировать.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- краткое описание технологической операции с обоснованием необходимости разработки рейтинговой модели;
- параметрическую схему исследуемой операции, анализ диапазонов варьирования факторов и отклика, формулировку вопросов к экспертам;
- комплект опросных карт (табл. 1 прил. 1), заполненных экспертами и сводные таблицы оценок (табл. 2 и 3 прил. 1);
- распечатки результатов обработки оценок экспертов по отдельным массивам программой “EXPERT-2” (табл. 1 прил. 2);
- результаты проверки достоверности экспертизы, вывод о целесообразности дальнейшего использования результатов;
- сводную таблицу результатов экспертизы технологической операции (табл. 1 прил. 3);
- результаты расчета коэффициентов рейтинговой модели программой “REITMOD” в виде распечатки (рис. 2 прил. 3);
- результаты проверки функционирования реализованной рейтинговой модели для двух вариантов сочетаний факторов $X(i)$ в виде “распечатки с экрана” и анализ этих результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по производству мороженого / Г.М. Азов и др. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 432 с.
2. Стегаличев Ю.Г. и др. Контроль и управление качеством продукции: Лабораторный практикум. – Л.: ЛТИХП, 1996. –118 с.
3. Азгальдов



Рисунок. Параметрическая схема технологической операции приготовления смеси мороженого типа пломбир

X(1) – химический состав цельного молока, %; X(1.1) – количество жира, %; X(1.2) – количество СОМО, %; X(1.3) – количество сухих веществ, %; X(1.4) – количество сахарозы, %; X(1.5) – количество влаги, %; X(2) – химический состав масла сливочного, %; X(3) – химический состав сгущенного молока с сахаром, %; X(4) – химический состав сухого молока, %; X(5) – химический состав сахарного песка, %; X(6) – химический состав агароида, %; X(7) – химический состав ванилина, %; X(8) – химический состав воды;

Y(1) – Y(12) – количество соответствующего компонента в смеси (Y(1)– количества цельного молока и т. д.), кг;

Z(1) – Z(5) – химический состав смеси (Z(1) – количество жира; Z(2) – количество СОМО; Z(3) – количество сухих веществ; Z(4) – количество сахарозы; Z(5) – количество влаги); %; Z(6) – показатель вкуса готового продукта, баллы

КОМПЛЕКТ КАРТ ДЛЯ ОПРОСА ЭКСПЕРТОВ
О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ВКУС МОРОЖЕНОГО

**Карта экспертной оценки влияния отклонений параметров
технологического процесса на вкус мороженого**

Формулировка задачи

Просим Вас оценить в баллах степень изменения показателя качества (отклик) – *вкуса мороженого типа пломбир* при отклонении от нормативных значений параметров технологического процесса, перечисленных в столбце 1 таблицы (возмущения). Нормативные значения варьируемых параметров указаны в столбце 2 таблицы и соответствуют технологической инструкции на производство мороженого типа пломбир.

При оценке степени влияния следует рассмотреть возможность отклонения варьируемого параметра как в положительную, так и в отрицательную сторону от номинала.

В строках столбца 3 таблицы предложены варианты уровней отклонения данного возмущающего воздействия в % от номинала.

В заголовках столбцов 4–14 таблицы предложены уровни оценки степени влияния данного возмущения на отклик, при отклонении возмущения на величину указанную в данной строке столбца 3.

Выбор оценки влияния варьируемых параметров на анализируемый показатель качества (вкус) эксперт производит из набора вариантов приведенных в заголовках столбцов 4–14 таблицы. При выборе варианта оценки эксперт руководствуется собственным опытом, либо проводит индивидуальные эксперименты.

Оценка осуществляется проставлением условного значка (крест, галочка под одним из вариантов оценки степени влияния столбцов 4–14 таблицы) в строке, по обозначению в столбце 3, определяющей, по Вашему мнению, предельно-допустимый уровень отклонения данного фактора в положительную и в отрицательную стороны.

Эксперт: _____
(фамилия, номер или шифр)

Дата: _____

Таблица 1

Возмущения (параметры, влияющие на показатель качества)			Отклик поправка в баллах к численному значению показателя качества (оценка вкуса мороженого)										
Наименование показателя	Номинальное значение	Отклонение от номинала, %	Оценка отклика снижается (ухудшается вкус)					Оценка отклика повышается (улучшается вкус)					
			Сильно	Значительно	Существенно	Мало	Очень мало	Не влияет	Очень мало	Мало	Существенно	Значительно	Сильно
			-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Количество молока коровьего цельного сухого в смеси жира 3,2% СОМО 8,1% Х(1)	48 кг на 100 кг смеси	+20											
		+15											
		+10											
		+5											
		+2,5											
		-2,5											
		-5											
		-10											
		-15											
		-20											

Таблица 2

Сводная таблица оценок группой экспертов степени влияния технологических факторов на вкус мороженого, баллы

Фактор X(i)	“a” при $dX(i) = X(i) - XNOM(i) > 0$					“b” при $dX(i) = X(i) - XNOM(i) < 0$				
	Эксперт					Эксперт				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X(1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
X(2)	5	1	3	5	5	5	1	3	5	5
X(3)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(4)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(5)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(6)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(7)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(8)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Таблица 3

Сводная таблица оценок группой экспертов допустимых отклонений от номинальных значений варьируемых факторов технологического процесса, баллы

Фактор X(i)	“XMAX(i) при $dX(i) > 0$					“XMIN” при $dX(i) < 0$				
	Эксперт					Эксперт				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X(1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
X(2)	5	1	3	5	5	5	1	3	5	5
X(3)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(4)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(5)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(6)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(7)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
X(8)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Приложение 2

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”

Таблица 1

Результаты расчета по программе “EXPERT 2”

Номер фактора	Средняя оценка (C0)	Средняя оценка с поправкой	Степень согласованности (R)
1	-2,400	-2,582	0,4
2	-2,600	-2,694	0,3
3	-0,800	-0,909	0,6
4	+2,000	+1,933	0,6
5	-0,800	-0,887	0,5
6	-0,800	-0,924	0,4
7	+0,200	+0,065	0,3
8	-0,200	-0,316	0,3

Критерий Пирсона: 26,81

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(окончание)

Таблица 2

**Значения квантилей для критерия χ^2 в зависимости
от числа степеней свободы f и вероятности α**

f	$1-\alpha = 0,005$	$1-\alpha = 0,01$	$1-\alpha = 0,02$	$1-\alpha = 0,05$
1	7,88	6,63	5,41	3,84
2	10,59	9,21	7,82	5,99
3	12,84	11,35	9,84	7,81
4	14,86	13,28	11,67	9,49
5	16,75	15,09	13,39	11,07
6	18,19	16,81	15,03	12,59
7	20,28	18,48	16,62	14,07
8	21,96	20,09	18,17	14,79
9	23,59	21,67	19,68	16,92
10	25,19	23,21	21,16	18,31
11	26,76	24,73	22,62	18,99
12	28,30	26,22	24,05	21,03
13	29,82	27,69	25,47	22,36
14	31,32	29,14	26,87	23,69
15	32,8	30,58	28,26	24,99
16	34,27	32	29,63	26,69
17	35,72	33,41	30,99	27,59
18	37,16	34,81	32,35	28,87
19	38,58	36,19	33,69	30,14
20	39,99	37,57	35,02	31,41
21	41,4	38,93	36,34	32,67
22	42,79	40,29	37,66	33,92
23	44,18	41,64	38,97	35,17
24	45,56	42,98	40,27	36,42
25	46,93	44,31	41,57	37,63
26	48,29	45,64	42,86	38,89
27	49,65	46,96	44,14	40,11
28	50,99	48,2	45,42	31,34
29	52,34	49,59	46,69	42,56
30	53,67	50,89	47,96	43,77

Приложение 3

Рис. 1. Текст программы “REITMOD”

Рис. 1. Текст программы “REITMOD”
(продолжение)

Рис. 1. Текст программы “REITMOD”
(окончание)

Рис. 2. Распечатка листа “Результаты расчета”

Рис. 2. Распечатка листа “Результаты расчета”
(окончание)

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	3
Подготовка и проведение экспертизы.....	4
Обработка результатов экспертизы.....	6
Выбор вида рейтинговой модели.....	10
Реализация рейтинговой модели.....	11
Практическое использование рейтинговой модели.....	16
Содержание лабораторной работы.....	15
Приложение 1. Документация по подготовке и проведению экспертизы.....	18
Приложение 2. Документация по обработке результатов экспертизы.....	22
Приложение 3. Документация по реализации и использованию рейтинговой модели.....	38

Результаты расчета коэффициентов модели

Фактор	Обозначение	c1	c2	f1	f2
1	X(1)	0,000	0,000	0,045	0,147
2	X(2)	0,005	0,000	0,000	0,153
3	X(3)	0,479	0,000	0,000	0,052
4	X(4)	0,000	0,005	0,116	0,000
5	X(5)	0,000	0,000	0,116	0,005
6	X(6)	0,000	0,000	0,101	0,052
7	X(7)	0,000	0,016	0,103	0,000
8	X(8)	0,000	0,000	0,213	0,018

Масштабные коэффициенты: $K1 = 9.830$ $K2 = 21.113$

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”

(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(окончание)

Рисунок. Текст программы “EXPERT 2”
(продолжение)

Таблица 2 Таблица 3

Таблица 1 Таблица 2

Таблица 1

Рис. 1. Текст программы “REITMOD”	Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (окончание)
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	односторонняя шкала оценок
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	отклонении расчетного расчетного
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	расчетного расчетного расчетного
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	60 20 21 23 24 25 26 27 28 29
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	52 53 54 55 56 57 58 59 60
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	14 16 21 23 25 29 30
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (продолжение)	60 20 21 23 24 25 26 27 28 29
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (окончание)	30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (окончание)	41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
Рис. 1. Текст программы “REITMOD” (окончание)	52 53 54 55 56 57 58 59 60

Рис. 2. Распечатка листа “Результаты расчета”

12 13 11 10 14 15 16 17

52 53 54 55 56 57 58 59 60

12 13 11 10 14 15 16 17 21 23 25 30

35 36 37 38 39 40 35 36 37 38 39 40

**Стегаличев Ю.Г.
Замарашкина В.Н.
Абугов М.В.**

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ
НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК**

***Методические указания
по выполнению лабораторной работы
для студентов специальности 210200***

Редактор Л.Г. Лебедева

Корректор Н. И. Михайлова

ЛР № 020414 от 12. 02. 97

Подписано в печать 29.12.2000. Формат 60×84 1/16. Бум. писчая

Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,26. Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 2,5

Тираж 150 экз. Заказ № С 113

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9