

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**В.А. Семиглазов**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ  
РЕШЕНИЙ**

*Учебно-методическое пособие для курсового проектирования по направлению  
43.03.01 «Сервис» Профиль «Информационный сервис»*

Томск 2017

**Компьютерное моделирование управленческих решений:** Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / Семиглазов В.А. – Томск, Кафедра ТУ, ТУСУР, 2017г. – 17 с.

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов направления 43.03.01 Информационный сервис.

© Семиглазов В.А 2017г.

## Оглавление

Введение.....	3
1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	4
1.1 Выбор варианта курсовой работы .....	4
1.2. Этапы выполнения и структура курсовой работы.....	4
1.3. Руководство курсовой работой.....	5
1.4. Сдача курсовой работы на проверку.....	5
2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
3.1 Решение задачи оптимального раскроя ЛДСП.....	9
3.2 Оптимизирование плана производства.....	10
3.3 Примерные вопросы на защите работы.....	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	15
ЛИТЕРАТУРА .....	16

## Введение

Одной из ключевых дисциплин, изучаемых студентами направления 43.03.01 «Сервис», профиль «Информационный сервис» является дисциплина «Компьютерное моделирование управленческих решений». Данная дисциплина охватывает широкий спектр управленческих вопросов в области производства и планирования на предприятии сервиса.

**ЦЕЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ:** Приобретение навыков построения математических моделей ЗПП и решения их в Microsoft Excel.

Одним из этапов изучения дисциплины является выполнение студентами курсовой работы, подготовка и защита которой направлены на закрепление и практическое применение знаний, полученных при изучении дисциплины. Изучение дисциплины «Компьютерное моделирование управленческих решений» и выполнение курсовой работы необходимы для успешной подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

В процессе выполнения курсовой работы студенты последовательно решают вопросы производственного планирования сервисного предприятия.

## 1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В соответствии с учебным планом рабочей программой студенты отделения выполняют курсовую работу. Работа выполняется студентами самостоятельно и проверяется преподавателем, ведущим данную дисциплину. Студенты, не выполнившие курсовую работу, не аттестуются в семестре.

### 1.1 Выбор варианта курсовой работы

Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателями кафедры, и доводится до студентов. По мере необходимости тематика курсовых работ корректируется и обновляется.

Темы курсовых работ соответствуют требованиям учебного плана и программе дисциплины «Компьютерное моделирование управленческих решений», отвечают основному содержанию и целям изучения дисциплины, отражают ее наиболее актуальные стороны, способствуют накоплению материала для написания выпускной квалификационной работы.

До начала выполнения курсовой работы студент получает у преподавателя номер варианта.

### 1.2. Этапы выполнения и структура курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений» ориентирована на решение производственных задач деятельности предприятия, осуществляющего сервис, т.е. предполагает обоснование и формирование коммерческой идеи, решение вопросов по управлению бизнесом, обеспечению прибыльности предприятия и окупаемости инвестиций.

С этой целью в курсовой работе необходимо выделить следующие разделы.

*Оглавление.* Здесь перечисляются все разделы курсовой работы.

*Введение.* В данном разделе формулируется цель и задачи курсовой работы. Введение освещает все наиболее актуальные моменты курсовой работы и выполняет функцию резюме. Оно может иметь вид краткого технико-экономического обоснования создания и/или развития предприятия. Этот раздел содержит входные данные.

1. *Решение задачи оптимального раскроя ЛДСП.* Раздел содержит поиск всех вариантов раскроя материала и непосредственное решение задачи – нахождение комбинации способов раскроя для оптимального расходования материала.

2. *Оптимизирование плана производства.* Решение основной задачи курсовой работы, где необходимо найти оптимальный план по производству книжных полок.

3. *Заключение.* В данном разделе необходимо привести результаты решения всех задач: математические модели и численные результаты.

*Список литературы.* Раздел содержит перечень литературных и Интернет-источников, используемых при написании курсовой работы. Список литературы должен содержать не менее 5-10 источников.

### **1.3. Руководство курсовой работой**

Общее руководство и контроль за своевременным выполнением студентами курсовых работ организует кафедра по профилю подготовки. Научное руководство осуществляют преподаватели кафедры.

Научное руководство преподавателя включает:

- беседу со студентом по избранной теме, помощь в осмыслении ее содержания и выработку плана работы на основе, предложенного студентом, первоначального варианта;
- выяснение степени подготовленности студента к решению задач работы, рекомендации по подбору и использованию основной и дополнительной литературы;
- консультирование по наиболее сложным вопросам работы и оформлению курсовой работы;
- рекомендации по подготовке к защите.

Студент выполняет курсовую работу самостоятельно, с творческим подходом и получает консультации по написанию курсовой работы в установленные кафедрой консультационные часы.

### **1.4. Сдача курсовой работы на проверку**

В установленные сроки студент отчитывается перед руководителем-консультантом, который определяет степень готовности работы.

Окончательный вариант готовой курсовой работы в сброшюрованном виде сдается не позднее, чем за 10 дней до дня ее защиты с тем, чтобы обеспечить ее проверку и возможность внести студентом необходимые доработки.

Курсовые работы, сданные с нарушением срока, а также не удовлетворяющие предъявленным требованиям по структуре, содержанию, литературному изложению, библиографии, выполненные не самостоятельно, переписанные с других работ, взятые из Интернета, CD-R сборников и т.п. к защите не допускаются.

Курсовые работы или иные материалы, полученные через Интернет и другие электронные средства информации, могут быть использованными только как один из источников при написании курсовых работ с обязательной ссылкой на первоисточник.

Все замечания руководителя должны быть устранены. Не исправление недостатков и замечаний отрицательно отражается на общей оценке курсовой работы.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа выполняется на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word на листах белой бумаги с одной стороны, формат А4. Размер полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Межстрочный интервал – 1,5; размер шрифта – 14, гарнитура – Times New Roman.

Нумерация страниц сквозная, проставляется по центру внизу страницы. Таблицы и рисунки, расположенные на отдельных страницах, список литературы и приложения включаются в сквозную нумерацию страниц. Первой

страницей является титульный лист, второй – оглавление. Нумерация начинается со второй страницы.

Заголовки разделов курсовой работы набираются по центру заглавными буквами, полужирным шрифтом без разрядки. Заголовок отделяется от текста пробелом в 1,5 интервала (одна пустая строка). Допускаются заголовки второго уровня, которые набираются слева жирным шрифтом, как в предложении. Этот заголовок также отделяется одной пустой строкой.

В тексте курсовой работы рекомендуется использовать красную строку, выделяя законченную мысль в самостоятельный абзац. Отступ каждого абзаца в тексте должен начинаться на удалении 5 знаков (пробелов) от левого края или на расстояние 1,25 см одним нажатием клавиши «Tab».

В курсовой работе допускаются общепринятые сокращения слов только там, где речь идет об официальной аббревиатуре, например, Российская Федерация (РФ) и т.п. Если студент самостоятельно вводит сокращение, он должен полностью написать сокращаемое словосочетание, когда оно впервые встречается в тексте, и сразу после него в скобках привести аббревиатуру. Например: предприятие быстрого питания (далее ППП).

Таблицы и рисунки имеют сквозную нумерацию. Нумерация и название таблицы указывается непосредственно перед самой таблицей.

Текст в таблицах набирается с межстрочный интервал – 1; размер шрифта – 12, гарнитура – Times New Roman

Пример:

Таблица 3.1.

Исходные данные.

Порядковый номер рабочего	Разряд	Часовая ставка, руб.	Отдача от работника, руб.
1	II	60,0	176
2	III	70,0	176
3	IV	80,0	160
4	V	90,0	152

Нумерация и название графических объектов даётся снизу по центру, сразу после схемы, графика или рисунка.

Пример:

Рис. 1 – Зависимость производства товара от цены.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Если в какой-либо системе (экономической, организационной, военной и т.д.) имеющих в наличии ресурсов не хватает для эффективного выполнения каждой из намеченных работ, то возникают так называемые **распределительные задачи**. Цель решения распределительной задачи - отыскание оптимального распределения ресурсов по работам. Под

оптимальностью распределения может пониматься, например, минимизация общих затрат, связанных с выполнением работ, или максимизация получаемого в результате общего дохода.

Для решения таких задач используются методы математического программирования. **Математическое программирование** - это раздел математики, занимающийся разработкой методов отыскания экстремальных значений функции, на аргументы которой наложены ограничения. Слово "программирование" заимствовано из зарубежной литературы, где оно используется в смысле "планирование".

Наиболее простыми и лучше всего изученными среди задач математического программирования являются задачи линейного программирования.

Характерные черты задач ЛП следующие:

1. показатель эффективности  $L$  представляет собой линейную функцию, заданную на элементах решения  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ;
2. ограничительные условия, налагаемые на возможные решения, имеют вид линейных равенств или неравенств.

В общей форме записи модель задачи ЛП имеет вид:

$$\begin{aligned} & \text{целевая функция (ЦФ)} \\ & L = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max (\min) \\ & \text{при ограничениях} \\ & \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq (\geq, =)b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq (\geq, =)b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq (\geq, =)b_m \\ x_1, x_2, \dots, x_k (k \leq n) \end{cases} \end{aligned} \quad (3.1.1)$$

**Допустимое решение** - это совокупность чисел  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , удовлетворяющих ограничениям задачи (3.1.1).

**Оптимальное решение** - это план  $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ , при котором ЦФ принимает свое максимальное (минимальное) значение.

Для построения математической модели необходимо ответить на следующие три вопроса.

1. Что является искомыми величинами, то есть переменными этой задачи?
2. В чем состоит цель, для достижения которой из всех допустимых значений переменных нужно выбрать те, которые будут соответствовать наилучшему, то есть оптимальному, решению?
3. Какие ограничения должны быть наложены на переменные, чтобы выполнялись условия, описанные в задаче?

В данной лабораторной работе рассматривается ЗЛП, представляющая собой **общую распределительную задачу**, которая характеризуется различными единицами измерения работ и ресурсов.

Рассмотрим следующую задачу (вариант 0 из табл.3.2.1).

### ***Постановка задачи***

Мебельный комбинат выпускает книжные полки А из натурального дерева со стеклом, полки В<sub>1</sub> из полированной ДСП (древесно-стружечной плиты) без стекла и полки В<sub>2</sub> из полированной ДСП со стеклом. Габариты полок А, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> следующие: длина 1100 (d) мм, ширина 250 (w) мм, высота 300 (h) мм (рис. 3.1.1). Полки производят из отходов производства корпусной мебели. Размер листа ДСП 1,83 x 1,44 м.

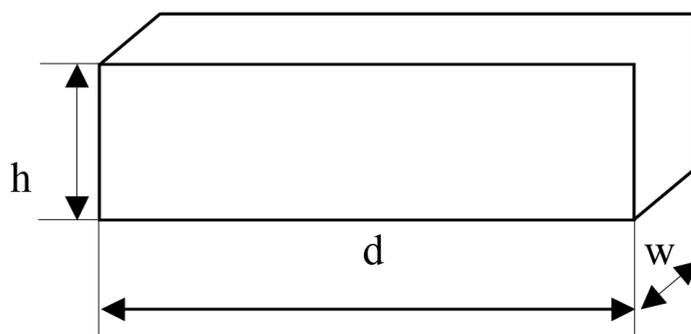


Рис. 3.1.1. Габариты полок, выпускаемых мебельным комбинатом

При изготовлении полок А выполняются следующие работы: столярные, покрытие лаком, сушка, резка стекла, упаковка. Все операции, производимые в ходе столярных работ и упаковки, выполняются вручную. Полки В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> поставляются в торговую сеть в разобранном виде. За исключением операции упаковки, все остальные операции (производство комплектующих полки, резка стекла) при изготовлении полок В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, выполняются на специализированных автоматах.

Трудоемкость столярных работ по выпуску одной полки А составляет 4 (Тр<sub>1</sub>) ч. Производительность автомата, покрывающего полки А лаком - 10 (Пр<sub>1</sub>) полок в час, автомата, режущего стекло - 100 (Пр<sub>2</sub>) стекол в час. Сменный фонд времени автомата для покрытия лаком - 7 (ФВ<sub>1</sub>) ч, автомата для резки стекла - 7,5 (ФВ<sub>2</sub>) ч. Сушка полок, покрытых лаком, происходит в течение суток в специальных сушилках, вмещающих 50 (V<sub>1</sub>) полок. На упаковку полки А требуется 4 (Тр<sub>2</sub>) минуты. В производстве полок заняты 40 (Р<sub>1</sub>) столяров и 14 (Р<sub>2</sub>) упаковщиков.

Производительность автомата, производящего комплектующие полки В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, равна 3 (Пр<sub>3</sub>) полки в час, а его сменный фонд времени равен 7,4 (ФВ<sub>3</sub>) ч, трудоемкость упаковочных работ составляет 8 (Тр<sub>3</sub>) мин для полки В<sub>1</sub> и 10 (Тр<sub>4</sub>) мин для полки В<sub>2</sub>.

От поставщиков комбинат получает в месяц 400 (Z<sub>1</sub>) листов полированной ДСП, 230 (Z<sub>2</sub>) листов ДВП (древесно-волоконной плиты), а также 260 (Z<sub>3</sub>) листов стекла. Из каждого листа ДВП можно выкроить 14 (К<sub>1</sub>) задних стенок полок В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, а из каждого листа стекла - 10 (К<sub>2</sub>) стекол для полок А и В<sub>2</sub>.

Склад готовой продукции может разместить не более 350 (V<sub>2</sub>) полок и комплектов полок, причем ежедневно в торговую сеть вывозится в среднем 40 (N) полок и комплектов. На начало текущего месяца на складе осталось 100

(Ост) полок, произведенных ранее. Себестоимость полки **A** равна 205 ( $C_1$ ) руб., полки **B** без стекла - 142 ( $C_2$ ) руб., со стеклом - 160 ( $C_3$ ) руб.

Маркетинговые исследования показали, что доля продаж полок обоих видов со стеклом составляет не менее 60% ( $D$ ) в общем объеме продаж, а емкость рынка полок производимого типа составляет около 5300 ( $V_3$ ) штук в месяц. Мебельный комбинат заключил договор на поставку заказчику 50 ( $Z$ ) полок типа  $B_2$  в текущем месяце.

Составьте план производства полок на текущий месяц. Известны цены реализации полок: полка **A** - 295 ( $\Pi_1$ ) руб., полка **B** без стекла - 182 ( $\Pi_2$ ) руб., полка **B** со стеклом - 220 ( $\Pi_3$ ) руб.

### 3.1 Решение задачи оптимального раскроя ЛДСП

Рассмотрим подробно вопрос определения максимально возможного количества комплектов для полок  $B_1$  и  $B_2$ , которое можно произвести из ежемесячного запаса ДСП. В зависимости от размеров листов ДСП (1830 x 1440 мм) и габаритов полок (1100 x 250 x 300 мм) детали полок  $B_1$  и  $B_2$  можно выкроить различными способами. Рассмотрим три возможных варианта такого раскроя, представленные в Табл. 3.1.1.

Таблица 3.1.1

Способы раскроя ЛДСП

Способ раскроя	Верх(низ) полки	Боковушка
1	8	3
2	7	7
3	6	11
4	5	15
5	4	19
6	3	18
7	2	22
8	1	26
9	0	30

Согласно 1-му варианту из одного листа ДСП для полок  $B_1$  и  $B_2$  можно выкроить 8 деталей верхней или нижней стенок, а также 3 детали боковых стенок. По 2-му варианту раскроя получаем 7 деталей верхней или нижней стенок и 7 деталей боковых стенок. По 3-му варианту раскроя получаем 6 деталей верхней или нижней стенок и 11 деталей боковых стенок, и т.д. Обозначим количество листов ДСП, раскроенных в течение месяца: по номеру варианта через  $y_1 \dots y_9$  (лист./мес.). При производстве полок нам выгодно стремиться к такому раскрою листов ДСП, при котором из полученных деталей можно укомплектовать максимальное количество полок. Количество комплектов, получаемых из раскроенных деталей, мы ранее обозначили через  $Y_{\text{компл}}$ . Таким образом, наша цель описывается целевой функцией

$$L(y) = Y_{\text{компл}} \rightarrow \max \text{ компл./мес.}$$

Количество всех раскроенных листов ДСП не должно превышать 400 ( $Z_1$ ), то есть ежемесячный запас их на складе:

$$\sum_{i=1}^9 y_i \leq 400 \text{ компл./мес.}$$

При этом, поскольку в каждый комплект входит одна верхняя и одна нижняя стенки, количество нижних и верхних стенок, получаемых при раскрое всех листов ДСП [левая часть (3.1.2)], должно быть не меньше чем  $2Y_{\text{компл}}$ :

$$8y_1 + 7y_2 + 6y_3 + 5y_4 + 4y_5 + 3y_6 + 2y_7 + 1y_8 \geq 2Y_{\text{компл}} \quad (3.1.2)$$

Аналогичный смысл имеет ограничение (3.1.3), которое задает нижнюю границу количества боковых стенок полок:

$$3y_1 + 7y_2 + 11y_3 + 15y_4 + 19y_5 + 18y_6 + 22y_7 + 26y_8 + 30y_9 \geq 2Y_{\text{компл}} \quad (3.1.3)$$

После преобразования описанных неравенств получим модель задачи (3.1.4), позволяющую раскроить максимальное количество комплектов:

$$L(y) = Y_{\text{компл}} \rightarrow \max \text{ компл./мес.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^9 y_i \leq 400 \\ 8y_1 + 7y_2 + 6y_3 + 5y_4 + 4y_5 + 3y_6 + 2y_7 + 1y_8 - 2Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ 3y_1 + 7y_2 + 11y_3 + 15y_4 + 19y_5 + 18y_6 + 22y_7 + 26y_8 + 30y_9 - 2Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ y_1 \dots y_9, Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ y_1 \dots y_9, Y_{\text{компл}} \text{ целые} \end{array} \right. \quad (3.1.4)$$

Таким образом, при решении задачи (3.1.4) симплекс-методом (например, в MS Excel) переменная  $Y_{\text{компл}}$  непосредственно определяет значение ЦФ, а переменные  $y_1, \dots, y_9$  и уз влияют на изменение значения ЦФ косвенно, через ограничения. Решив задачу (3.1.4) для варианта 0, мы получим значение правой части ограничения (3.2.6)  $Y=1400$  компл. (для чего необходимо раскроить 300 листов ДСП первым способом и 100 листов - пятым).

## 3.2 Оптимизирование плана производства

### *Построение модели*

**I этап** построения модели заключается в определении (описании, задании, идентификации) переменных. В данной задаче искомыми неизвестными величинами является количество полок каждого вида, которые будут произведены в текущем месяце. Таким образом,  $x_A$  - количество полок **A** (шт./мес.);  $x_{B1}$  - количество полок **B<sub>1</sub>** (шт./мес.);  $x_{B2}$  - количество полок **B<sub>2</sub>** (шт./мес.).

**II этап** построения модели заключается в построении целевой функции, представляющей цель решения задачи. В данном случае цель - это максимизация прибыли, получаемой от продажи полок всех видов в течение месяца. Поскольку в этой задаче прибыль может быть определена как разность между ценой ( $C_1, C_2, C_3$ ) и себестоимостью ( $C_1, C_2, C_3$ ), то ЦФ имеет вид

$$L(X) = (295 - 205) x_A + (182 - 142) x_{B1} + (220 - 160) x_{B2} \rightarrow \max \text{ (руб./мес.)}$$

**III этап** построения модели заключается в задании ограничений, моделирующих условия задачи. Все ограничения рассматриваемой задачи можно разделить на несколько типов.

*Ограничения по фонду времени (с использованием трудоемкости работ)*

Левая часть ограничений по фонду времени представляет собой время, затрачиваемое на производство полок в течение месяца в количестве  $x_A$ ,  $x_{B1}$ ,  $x_{B2}$  штук. Правая часть ограничения - это фонд рабочего времени исполнителя работы (рабочего или автомата) за смену. Неравенство (3.2.1) описывает ограничение по фонду времени на выполнение столярных работ. Коэффициент 4 ч/шт. ( $Tr_1$ ) - это время, затрачиваемое на столярные работы при производстве одной полки типа А (трудоемкость); 40 чел. ( $P_1$ ) - это количество столяров, участвующих в производстве; 8 ч/(чел.·см.) - количество часов работы одного человека в течение смены; 1 см./дн. - количество смен в одном рабочем дне; 22 дн./мес. - количество рабочих дней в месяце (табл. 3.2.1):

$$4 x_A \leq 40 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 22 \text{ ч/мес.} \quad (3.2.1)$$

*Примечание.* Важным моментом проверки правильности составления ограничений является проверка совпадения единиц измерения левой и правой частей ограничения. В ограничении (3.2.1) левая и правая части измеряются в часах, потраченных на выпуск продукции в течение месяца.

Аналогично записывается ограничение (3.2.2) по фонду времени на упаковочные работы, в котором 14 чел. ( $P_2$ ) - это количество упаковщиков:

$$\frac{4}{60} x_A + \frac{8}{60} x_{B1} + \frac{10}{60} x_{B2} \leq 14 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 22 \text{ ч/мес.} \quad (3.2.2)$$

*Ограничения по фонду времени (с использованием производительности работ)*

Неравенство (3.2.3) описывает ограничение по фонду времени на покрытие лаком полок типа А. Отличие ограничений, учитывающих данные о производительности работ, от ограничений, учитывающих данные о трудоемкости работ, состоит в том, что производительность необходимо преобразовать в трудоемкость. Трудоемкость является величиной, обратной производительности. Коэффициент 1/10 ( $1/Pr_1$ ) при  $x_A$  в (3.2.3) - это количество часов, приходящихся на покрытие лаком одной полки типа А. При записи правой части ограничения учитываем, что автомат, выполняющий покрытие лаком, работает не полную смену (8 ч), а в течение сменного фонда времени 7 ч ( $\Phi B_1$ ). Это связано с необходимостью подготовки автомата к работе и обслуживанием его после окончания работы.

$$\frac{1}{10} x_A \leq 7 \cdot 1 \cdot 22 \text{ ч/мес.} \quad (3.2.3)$$

Неравенство (3.2.4) описывает ограничение по фонду времени на резку стекла для полок типа А и  $B_2$ :

$$\frac{2}{100} x_A + \frac{2}{100} x_{B2} \leq 7,5 \cdot 1 \cdot 22 \text{ ч/мес.} \quad (3.2.4)$$

Неравенство (3.2.5) описывает ограничение по фонду времени на производство комплектующих полок типа  $B_1$  и  $B_2$ :

$$\frac{1}{3} x_{B1} + \frac{1}{3} x_{B2} \leq 7,4 \cdot 1 \cdot 22 \text{ ч/мес.} \quad (3.2.5)$$

*Ограничения по запасу расходуемых в производстве материалов (по запасу используемых для производства полок деталей)*

Неравенство (3.2.6) описывает ограничение по запасу листов ДСП, поставляемых на комбинат ежемесячно. При этом следует учесть, что из листа

ДСП надо выкраивать комплекты (верхнюю и нижнюю стороны полок, 2 боковые стороны) для производства полок. Поэтому при задании ограничения имеет смысл ориентироваться не на количество листов ДСП, а на количество комплектов для полок [правая часть (3.2.6)], которые можно получить из имеющегося запаса ДСП. Но поскольку листы ДСП можно раскраивать различными способами и получать при этом различное количество деталей и комплектов, то обозначим месячный запас комплектов в правой части (3.2.6) как  $Y_{\text{компл}}$  (результат решение первой задачи – об оптимальном раскрое). В левой части ограничения (3.2.6) задается количество комплектов (по одному на полку), необходимых на производство полок в течение месяца в объеме  $x_{B1}, x_{B2}$ :

$$1x_{B1} + 1x_{B2} \leq Y_{\text{компл}} \text{ компл./мес.} \quad (3.2.6)$$

Аналогично ограничению по ДСП неравенство (3.2.7) - это ограничение по запасу задних стенок из ДВП для полок  $B_1$  и  $B_2$ , а неравенство (3.2.8) - ограничение по запасу стекол для полок  $A$  и  $B_2$ . В отличие от ДСП листы ДВП и листы стекла кроются стандартным способом, и из каждого листа ДВП получается 14 ( $K_1$ ) задних стенок полок, а из каждого листа стекла получается 10 ( $K_2$ ) стекол. Ежемесячный запас листов ДВП и стекла составляет соответственно 230 ( $Z_2$ ) и 260 ( $Z_3$ ). При составлении левых частей ограничений (3.2.7) и (3.2.8) следует учесть, что на каждую полку  $B_1$  и  $B_2$  приходится по одной задней стенке, а на каждую полку  $A$  и  $B_2$  - по 2 стекла:

$$1x_{B1} + 1x_{B2} \leq 230 \cdot 14 \text{ задн. стенка/мес.} \quad (3.2.7)$$

$$2x_A + 2x_{B2} \leq 260 \cdot 10 \text{ стекло/мес.} \quad (3.2.8)$$

*Ограничения по емкости вспомогательных помещений и рынка*

Неравенство (3.2.9) является ограничением по количеству полок  $A$ , которые может вместить сушилка. В правой части (3.2.9) представлено количество полок, которые могут быть просушены в течение месяца (в день может быть просушено 50 ( $V_1$ ) полок):

$$x_A \leq 50 \cdot 22 \text{ шт./мес.} \quad (3.2.9)$$

Неравенство (3.2.10) описывает ограничение по количеству полок всех видов, которые может вместить склад готовой продукции. При этом правая часть (3.2.10) учитывает, что общая емкость склада уменьшена на 100 ( $O_{\text{ст}}$ ) полок, которые остались невывезенными с прошлого месяца. Кроме того, в течение месяца каждый день будет освобождаться по 40 ( $N$ ) мест для полок:

$$x_A + x_{B1} + x_{B2} \leq 350 - 100 + 40 \cdot 22 \text{ шт./мес.} \quad (3.2.10)$$

Неравенство (3.2.11) описывает ограничение по примерной емкости рынка, равной 5300 ( $V_3$ ) полкам всех видов:

$$x_A + x_{B1} + x_{B2} \leq 5300 \text{ шт./мес.} \quad (3.2.11)$$

*Ограничения по гарантированному заказу*

Неравенство (3.2.12) показывает, что необходимо произвести как минимум 50 ( $Z$ ) заказанных полок  $B_2$ , а возможно, и большее количество, но уже для свободной продажи:

$$x_{B2} \leq 50 \text{ шт./мес.} \quad (3.2.12)$$

*Ограничения по соотношению объемов продаж различных товаров*

Неравенство (3.2.13) показывает, что доля полок  $A$  и  $B_2$  в общем объеме полок, производимых для свободной продажи, должна составлять не менее 60%

(Д). К такому выводу приводят результаты маркетинговых исследований. Поскольку из всех полок  $B_2$  в свободную продажу поступит лишь  $(x_{B_2} - 50)$ , то это учитывается при составлении ограничения (3.2.13), которое после алгебраических преобразований принимает вид (3.2.14).

$$x_A + (x_{B_2} - 50) \geq 0,6[x_A + x_{B_1} + (x_{B_2} - 50)] \text{ шт./мес.} \quad (3.2.13)$$

$$0,4x_A - 0,6x_{B_1} + 0,4x_{B_2} \geq 20 \quad (3.2.14)$$

*Определение количества комплектов для полок  $B_1$  и  $B_2$*

Теперь сможем решить исходную задачу, модель которой имеет вид:

$$L(x) = 90x_A + 40x_{B_1} + 60x_{B_2} \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 4x_A \leq 7040 \\ 0,067x_A + 0,133x_{B_1} + 0,167x_{B_2} \leq 2464 \\ 0,1x_A \leq 154 \\ 0,02x_A + 0,02x_{B_1} \leq 165 \\ 0,333x_{B_1} + 0,333x_{B_2} \leq 162,8 \\ x_{B_1} + x_{B_2} \leq 1400 \\ x_{B_1} + x_{B_2} \leq 3220 \\ 2x_A + 2x_{B_2} \leq 2600 \\ x_A \leq 1100 \\ x_A + x_{B_1} + x_{B_2} \leq 1130 \\ x_A + x_{B_1} + x_{B_2} \leq 5300 \\ x_{B_2} \geq 50 \\ 0,4x_A - 0,6x_{B_1} + 0,4x_{B_2} \geq 20 \\ x_A, x_{B_1}, x_{B_2} \geq 0, \text{ целые} \end{array} \right. \quad (3.2.15)$$

Решив задачу (3.2.15), получаем  $x_A = 1080$  шт./мес.,  $x_{B_1} = 0$  шт./мес.,  $x_{B_2} = 50$  шт./мес.,  $L(X) = 100\,200$  руб./мес., то есть в текущем месяце необходимо произвести 1080 полок А и 50 полок  $B_2$ , а производство полок  $B_1$  нецелесообразно. После реализации всех произведенных полок комбинат получит прибыль в размере 100 200 рублей.

Таблица 3.2.1

### Варианты исходных данных

№ вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>D</b>	1100	1070	1140	1030	1180	990	1220	950	1260	910	1300	870	1340
<b>W</b>	250	240	260	230	270	240	260	230	270	240	260	230	270
<b>h</b>	300	290	280	270	260	250	240	310	320	330	340	350	360
<b>Тр<sub>1</sub></b>	4	4,4	3,6	4,8	3,2	5,2	2,8	5,6	2,4	6	2	6,4	1,6
<b>Тр<sub>2</sub></b>	4	10	5	9	6	8	7	5	8	6	9	7	10
<b>Тр<sub>3</sub></b>	8	15	10	13	9	13	10	8	11	10	15	14	16
<b>Тр<sub>4</sub></b>	10	16	12	14	10	14	11	9	14	13	18	16	20
<b>P<sub>1</sub></b>	40	22	19	6	27	16	9	25	11	8	30	14	7
<b>P<sub>2</sub></b>	14	16	12	11	7	5	13	3	6	8	10	2	9
<b>Пр<sub>1</sub></b>	10	4	9	5	2	6	4	7	4	3	5	8	6
<b>Пр<sub>2</sub></b>	100	150	170	250	180	130	190	120	200	по	210	140	220

Прз	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ФВ <sub>1</sub>	7	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,1	7,2	7,0	7,3	7,4
ФВ <sub>2</sub>	7,5	7,6	7,7	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,1	7,2
ФВ <sub>3</sub>	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,4	7,5	7,6
Z <sub>1</sub>	400	390	365	380	415	370	405	350	395	410	385	420	375
Z <sub>2</sub>	230	240	235	220	215	200	195	180	205	160	175	140	155
Z <sub>3</sub>	260	200	250	190	240	180	230	290	220	230	210	270	200
K <sub>1</sub>	14	15	5	16	6	17	7	12	8	13	18	11	9
K <sub>2</sub>	10	11	12	5	13	6	14	7	15	8	16	9	17
V <sub>1</sub>	50	20	65	40	55	75	45	60	35	70	25	30	80
V <sub>2</sub>	350	400	360	300	370	310	380	320	390	330	410	340	420
V <sub>3</sub>	5300	2000	3700	3000	1100	4000	2500	1500	1400	2700	4300	3100	1900
N	40	45	67	50	72	55	44	60	38	65	30	70	35
Ост	100	110	90	170	80	160	70	150	60	140	50	120	40
Д	60 (А,В 2)	15 А	10 В1	15 (В1,В 2)	43 (А,В 1)	72 А	12 В2	16 (В1, В2)	23 (А,В 2)	46 А	59 В1	13 (В1,В 2)	9 (А,В 1)
З	50 В2	30 А	15 В1	10 А, 18В1	5А, 12В2	40В1 , 3В2	60 В2	24 А	80 В1	14 А, 21 В1	38 А, 62 В2	23 В1, 20 В2	84 В2
С <sub>1</sub>	205	210	145	200	150	215	170	220	165	225	180	230	195
С <sub>2</sub>	142	150	125	164	120	187	125	176	129	195	143	207	126
С <sub>3</sub>	160	170	133	178	134	205	148	197	142	210	162	214	146
Ц <sub>1</sub>	295	256	213	284	192	243	198	274	203	281	224	276	249
Ц <sub>2</sub>	182	202	149	190	154	230	175	246	194	263	214	287	186
Ц <sub>3</sub>	220	224	158	206	147	243	180	242	167	267	202	246	187
3 варианта раскроя листов ДСП; 8 ч в смене; работа в 1 смену; 22 рабочих дня в месяце													

### 3.3 Примерные вопросы на защите работы

1. Что такое распределительная задача, общая распределительная задача?
2. Что такое математическое и линейное программирование?
3. Какова общая форма записи модели ЛП?
4. Что такое допустимое и оптимальное решения?
5. Каковы основные этапы построения математической модели ЛП?
6. Каков экономический смысл и математический вид ЦФ задачи о производстве полок?
7. Как можно классифицировать ограничения задачи о полках по их экономическому смыслу?
8. Чем отличается построение ограничений, использующих данные о трудоемкости и производительности работ?
9. Объясните способ построения каждого конкретного ограничения задачи о полках.

10. Каким образом решается задача оптимального раскроя листов ДСП?  
 11. Каким образом единицы измерения параметров задачи используются для выявления ошибок построения ограничений?

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсовой работы были получены следующие результаты:

1. В задаче об оптимальном раскрое выявлено 9 способов раскроя ЛДСП:

Способ раскроя	Верх(низ) полки	Боковушка
1	8	3
2	7	7
3	6	11
4	5	15
5	4	19
6	3	18
7	2	22
8	1	26
9	0	30

Математическая модель задачи:

$$L(y) = Y_{\text{компл}} \rightarrow \max \text{ компл./мес.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^9 y_i \leq 400 \\ 8y_1 + 7y_2 + 6y_3 + 5y_4 + 4y_5 + 3y_6 + 2y_7 + 1y_8 - 2Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ 3y_1 + 7y_2 + 11y_3 + 15y_4 + 19y_5 + 18y_6 + 22y_7 + 26y_8 + 30y_9 - 2Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ y_1 \dots y_9, Y_{\text{компл}} \geq 0 \\ y_1 \dots y_9, Y_{\text{компл}} \text{ целые} \end{array} \right.$$

Решив задачу для варианта 0, мы получим максимальное количество получаемых комплектов  $Y=1400$  компл. (для чего необходимо раскроить 300 листов ДСП первым способом и 100 листов - пятым).

2. Задача об оптимальном плане производства решена с помощью следующей математической моделью:

$$L(x) = 90x_A + 40x_{B1} + 60x_{B2} \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 4x_A \leq 7040 \\ 0,067x_A + 0,133x_{B1} + 0,167x_{B2} \leq 2464 \\ 0,1x_A \leq 154 \\ 0,02x_A + 0,02x_{B1} \leq 165 \\ 0,333x_{B1} + 0,333x_{B2} \leq 162,8 \\ x_{B1} + x_{B2} \leq 1400 \\ x_{B1} + x_{B2} \leq 3220 \\ 2x_A + 2x_{B2} \leq 2600 \\ x_A \leq 1100 \\ x_A + x_{B1} + x_{B2} \leq 1130 \\ x_A + x_{B1} + x_{B2} \leq 5300 \\ x_{B2} \geq 50 \\ 0,4x_A - 0,6x_{B1} + 0,4x_{B2} \geq 20 \\ x_A, x_{B1}, x_{B2} \geq 0, \quad \text{целые} \end{array} \right.$$

Решив задачу, получаем  $x_A = 1080$  шт./мес.,  $x_{B1} = 0$  шт./мес.,  $x_{B2} = 50$  шт./мес.,  $L(X) = 100\,200$  руб./мес., то есть в текущем месяце необходимо произвести 1080 полок А и 50 полок В<sub>2</sub>, а производство полок В<sub>1</sub> нецелесообразно. После реализации всех произведенных полок комбинат получит прибыль в размере 100 200 рублей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютерное моделирование управленческих решений: Учебное пособие / Семиглазов В.А. – Томск, Кафедра ТУ, ТУСУР, 2017г. – 59 с.
2. Компьютерное моделирование управленческих решений: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе / Семиглазов В.А. – Томск, Кафедра ТУ, ТУСУР, 2017г. – 36 с.
3. Леоненков А. В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel. — СПб.: БХВ- Петербург, 2005. — 704 с.: ил.
4. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 - СПб.: Санкт-Петербург, 1997.-384с.
5. Трусов А. Ф. Excel 2007 для менеджеров и экономистов: логистические, производственные и оптимизационные расчеты (+CD). — СПб.: Питер, 2009. — 256 с.: ил.
6. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчетов в среде EXCEL / Практикум: Учебное пособие для вузов. - М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. - 136 с.
7. Васильев А. Н. Финансовое моделирование и оптимизация средствами Excel 2007 (+CD). — СПб.: Питер, 2009. — 320 с.: ил.
8. Хамухин А.А. Решение оптимизационных задач в среде Microsoft Excel.: Издательство ТПУ, 2011. - 45 с.

9. Урубков А.Р. Курс MBA по оптимизации управленческих решений. Практическое руководство по использованию моделей линейного программирования / А. Р. Урубков. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.— 176 с.
10. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. — 320 с.
11. Алексеев О. Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. - М.: Наука, 1987. - 248 с.
12. Балашевич В. А. Математические методы в управлении производством. — Минск: Высшая школа, 1976. — 250 с.
13. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. — М.: Радио и связь, 1988. - 128 с.