

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительные материалы и изделия»

ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1- 70 01 01
«Производство строительных изделий и конструкций»

М и н с к 2 0 0 5

УДК 624.012.4.056.658.05

Составитель Л.Я. Лаврега

Рецензенты:

А.И. Трушкевич, Э.И. Батяновский

В методических указаниях изложены задачи, решаемые студентами на лабораторных занятиях по дисциплине «Организация, планирование и управление предприятиями строительной индустрии».

Дано краткое теоретическое описание выполняемых задач, содержание, порядок выполнения, и приведены примеры решения задач.

В в е д е н и е

Целью лабораторных занятий является приобретение студентами практических навыков:

- проведения хронометража и расчета норм времени;
- начисления заработной платы и оформления нарядов;
- расчета количественных показателей качества продукции и труда (КТУ);
- построения, расчета, анализа и оптимизации сетевых графиков, моделирующих процессы планирования и подготовки производства;
- решения задач оптимизации производственных программ, соответствующих минимальным затратам или максимальной прибыли предприятия при ограниченных ресурсах.

Овладение указанными навыками позволит студентам повысить уровень профессионализма при решении как практических задач организации производства строительных материалов и изделий, так и вопросов управления и планирования деятельности предприятий в условиях рынка.

Л а б о р а т о р н а я р а б о т а №1

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Цель работы: приобретение студентами практических навыков проведения хронометража: обработка результатов и расчетов нормы времени.

Методические указания

Целью нормирования труда является установление технически обоснованных норм выработки и норм времени на основе тщательного анализа производственного процесса, рабочих мест, внедрения передовой техники и технологии и применения наиболее рациональной организации производства и передовых методов труда.

В основу определения норм времени принимают аналитическо-расчетный метод, при котором нормируемая работа расчленяется на составляющие её операции, определяется длительность отдельных операций на основе нормативных или фактических данных, а затем производится их синтез.

Степень разброса полученных значений характеризуется коэффициентом устойчивости (разбросанности) ряда:

$$K_{y(p)} = t_{\max} / t_{\min},$$

где t_{\max} – максимальный замер;

t_{\min} – минимальный замер.

Минимально необходимое число замеров находится в табл. 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

Коэффициент разбросанности хронометражного ряда	Минимально необходимое число замеров
1,75	10
2,00	13
2,25	15
2,50	18
3,00	23

При $K_y < 1,3$ дополнительная очистка ряда не производится.

При $K_y = 1,3 - 2,0$ каждый ряд обрабатывают следующим образом:

а) исключают из ряда замеры, величина отклонения которых от средних показателей обусловлена влиянием случайных факторов;

б) исключают грубошибочные замеры. Значение последних определяют по формулам

$$Z_{\max} = Z_{\text{ср}} + K (Z'_{\max} - Z'_{\min});$$

$$Z_{\min} = Z_{\text{ср}} - K (Z'_{\max} - Z'_{\min}),$$

где Z'_{\max} и Z'_{\min} – верхний и нижний пределы допустимых значений в ряду;

$Z_{\text{ср}}$ - среднее улучшенное время (арифметическое среднее), полученное после исключения из ряда замеров в результате влияния случайных факторов;

K – коэффициент, учитывающий количество наблюдений (принимается по табл. 1.3).

Z'_{\max} и Z'_{\min} – наибольший и наименьший замеры в «очищенном ряду». После обработки ряда находят улучшенное время по каждой операции работы.

Т а б л и ц а 1.3

Число значений в ряду	Коэффициент	Число значений в ряду	Коэффициент
4	1,4	9-10	1
5	1,3	11-15	0,9
6	1,2	16-30	0,8
7-8	1,1	31-50	0,7

При $K_p > 2$ значение грубоошибочных замеров, определяют по формуле

$$L = \pm 1 / Z_{cp} \sqrt{\sum \Delta^2 / n(n-1) \cdot 100},$$

где L – относительная средняя квадратичная ошибка арифметической середины;

Z_{cp} – среднеулучшенное время в «очищенном» ряду;

Δ – отклонение отдельных замеров от среднеулучшенного времени:

$$\Delta = Z_i - Z_{cp},$$

где n – число замеров в ряду.

Полученные по расчету значения относительной средней квадратичной ошибки арифметической середины сопоставляют с допустимой величиной согласно табл. 1.4.

Т а б л и ц а 1.4

Число элементов процесса	Допустимая величина относительной средней квадратичной ошибки арифметической середины (%)
5	7
10	10
12	12

Проектируемые затраты труда на оперативную работу ($H_{оп}$) вычисляют по формуле

$$H_{оп} = t_1 \cdot K_1 + t_2 \cdot K_2 + \dots t_n \cdot K_n = \sum_{i=1}^n \cdot K_i,$$

где t_1, t_2, \dots, t_n – средние значения затрат труда по отдельным элементам исследуемого процесса на соответствующие измерители первичной продукции;

$K_1, K_2 \dots K_n$ – коэффициенты перехода от измерителя первичной продукции к измерителю готового продукта.

Синтез затрат труда на измеритель законченной продукции производят по форме табл.1.5.

Т а б л и ц а 1.5

№ п/п	Наименование операций и приемов	Измеритель первичной продукции	Затраты труда на измеритель элемента	Коэффициент перехода к главному измерителю	Проектируемые затраты труда на измеритель
1	2	3	4	5	6

Полную величину нормы затрат труда ($H_{вр}$) определяют по формуле

$$H_{вр} = H_{оп} \cdot 100 / [100 - (H_{нзр} + H_0 + H_{тн})] \cdot 60,$$

где $H_{оп}$ – затраты труда на оперативную работу, определяемые на главный измеритель процесса в чел. – мин;

$H_{нзр}$ – норматив на подготовительно-заключительную работу в % от нормы затрат труда (табл. 1.6);

H_0 – проектная величина затрат на отдых в % от нормы затрат труда (табл.1.7);

$H_{тн}$ – проектная величина технологических перерывов в % от нормы затрат труда;

60 – коэффициент перевода чел. – мин в чел.-ч.

Т а б л и ц а 1.6

Нормативы времени на подготовительно-заключительную работу

№ п/п	Виды работ	Нормативы в % от нормы затрат труда
1	Арматурные – установка	6
2	Арматурные – заготовка	3
3	Формование изделий	5,6
4	Транспортные	1

Т а б л и ц а 1.7

Нормативы времени на отдых и личные надобности

№ п/п	Виды работ	Нормативы в % от нормы затрат труда
<i>Арматурные</i>		
1	Установка и сборка тяжелых пространственных каркасов с помощью крана	10
2	Сборка и установка вручную простых арматурных сеток и плоских каркасов весом до 100 кг; резка и гнутье арматурной стали на приводных станках; сортировка арматурной стали по длине и диаметрам	12
<i>Бетонные</i>		
3	Укладка бетонной смеси с уплотнением вибраторами	15
4	Изготовление простых бетонных и железобетонных изделий с уплотнением на вибростоле	10
5	Приемка бетонной смеси из транспортных средств, перегрузка её	12

Норма выработки ($H_{\text{выр}}$) характеризуется количеством продукции, которое должно быть изготовлено за единицу рабочего времени в условиях рациональной организации труда и производства, и представляет собой величину, обратную норме времени:

$$H_{\text{выр}} = T_{\text{см}} / H_{\text{вр}},$$

где $T_{\text{см}}$ – длительность рабочей смены (мин); между изменениями нормы времени и нормы выработки существуют следующие соотношения:

$$a = 100 \cdot b / 100 - b, \%, \quad b = 100 \cdot a / 100 + a, \%,$$

где a – процент увеличения нормы выработки;

b – процент уменьшения нормы времени.

Для вспомогательных рабочих (слесарей, электриков, контролеров и др.) вводится норма обслуживания (H_o), представляющая собой количество единиц оборудования, производственных площадей и т.п., установленных для обслуживания одним или группой рабочих:

$$H_o = V_{вр} / H_{вр,o},$$

где $V_{вр}$ – фонд рабочего времени (в смену, месяц);

$H_{вр,o}$ – норма времени обслуживания за соответствующий период, определяемая по формуле

$$H_{вр,o} = H_{вр} \cdot n \cdot k,$$

где $H_{вр}$ – норма времени на выполнение единицы объема работ по обслуживанию;

n – количество единиц объема работ (за смену, месяц);

k – коэффициент, учитывающий выполнение работ, не учтенных нормой времени на обслуживание оборудования.

В заключение определяют норму численности рабочих по формуле

$$H_{ч} = v / H_o,$$

где v – объем работ.

Все расчеты производят в двух вариантах: при существующих организационно-технологических условиях и при рационализации работ (по заданию преподавателя). Сравнивая полученные данные норм выработки, времени, обслуживания и численности рабочих, делают вывод о наличии возможных резервов роста продолжительности.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

При выполнении лабораторной работы в натуральных условиях за группой студентов закрепляются посты по изготовлению изделий для проведения хронометражных замеров. В лабораторных условиях студент получает перечень операций и приемов с указанием условий работы и перечнем результатов замеров (хронометражным рядом).

При выполнении работы в натуральных условиях студент производит группу замеров согласно методическим условиям. Обработка хронометражного ряда производится в такой же последовательности:

1. Определяют коэффициент устойчивости ряда.
2. Рассчитывают предельные значения грубошибочных замеров. Коэффициент «К» определяется по табл. 1.3.
3. Отбрасывают замеры, значения которых выходят за пределы Z_{\max} и Z_{\min} :

$$Z < Z_{\min}, Z > Z_{\max}.$$

4. Определяют $Z_{\text{ср}}$. Если $K_p > 1,3$, требуется дополнительная очистка ряда.
5. Определяют величину относительной средней квадратичной ошибки арифметической середины.
6. Определяют затраты труда на оперативную работу по изготовлению единицы изделия.
7. Производят синтез затрат труда на измеритель конечной продукции.
8. Определяют полную норму затрат труда на изделие.
9. Определяют норму выработки и процент снижения нормы времени и увеличения нормы выработки при совершенствовании работ.
10. Производят анализ результатов расчетов и оформляют отчет по работе.

Лабораторная работа № 2

РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОЧИХ И ЗАКРЫТИЕ НАРЯДОВ

Цель работы: приобретение студентами практических навыков начисления заработной платы и заполнения нарядов.

Методические указания

Заработная плата представляет собой часть общественного продукта, идущего на личное потребление рабочих и распределяемого в соответствии с количеством и качеством затраченного ими труда.

Основу организации заработной платы на предприятии составляют: тарифная система, формы и системы оплаты труда рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

Тарифная система представляет собой совокупность директивных и нормативных данных, основными элементами которой являются тарифные ставки, тарифные сетки и тарифно-квалифицированные справочники.

В тарифной сетке, предназначенной для тарификации различных работ, даны все тарифные разряды и соответствующие им тарифные коэффициенты. Каждому разряду, присваиваемому рабочему в зависимости от его квалификации, соответствует определенная тарифная ставка, нарастающая от разряда к разряду.

Тарифно-квалификационный справочник представляет собой перечень квалификационных характеристик работ для каждой профессии и определенного тарифного разряда. Рабочий, которому присваивается какой-то тарифный разряд, должен уметь выполнить комплекс работ, предусмотренный этим разрядом и изложенный в тарифно-квалификационном справочнике. По мере совершенствования технологии и организации труда справочник должен дополняться и пересматриваться.

В промышленности строительных изделий применяются две основные формы оплаты труда (сдельная и повременная) с широким внедрением премирования.

Преобладающей формой оплаты труда является сдельная, наиболее полно контролирующая количество и качество труда.

1. Сдельная оплата труда организационно подразделяется на индивидуальную и коллективную.

Заработная плата рабочего за расчетный период (Z_{ϕ}) при индивидуальной прямой сдельной оплате труда

$$Z_{\phi} = P \cdot V_{\phi},$$

где V_{ϕ} – фактическая выработка продукции рабочим;

P – индивидуальная сдельная расценка, определяемая по формуле:

$$P = C_p / H_{вр},$$

где C_p – дневная (сменная) тарифная ставка нормируемого разряда работы;

$N_{вр}$ – норма времени на единицу продукции.
Бригадная заработная плата за работу, имеющую единую расценку:

$$З_{ф.бр} = P_{бр} \cdot V_{ф.бр},$$

где $V_{ф.бр}$ – фактическая выработка бригадной продукции за расчетный период,

$P_{бр}$ – бригадная расценка за единицу продукции.

2. При сдельно-премиальной системе оплаты труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле

$$З_{сд.пр} = З_{ф} + D_{прем},$$

где $D_{прем}$ – размер премиальной доплаты к прямому сдельному заработку

$$D_{прем} = З_{сд} \cdot K_{прем} K_{перев},$$

где $K_{прем}$ – установленный коэффициент премиальной доплаты за каждый процент перевыполнения норм выработки $K_{перев}$.

3. При сдельно-прогрессивной оплате труда заработок рабочего (бригады) определяют по формуле

$$З_{сд.прогр.} = P_{сд} \cdot V_{ф} + P_{сд1} \cdot (V_{ф} - V_{б}),$$

где $P_{сд1}$ – повышенная сдельная расценка за продукцию, изготовленную сверх $V_{б}$.

4. При повременной оплате труда заработная плата рабочего за проработанное время

$$З_{ф} = C_{д} \cdot T_{д},$$

где $T_{д}$ – фактически отработанное время за расчетный период.

5. При повременно-премиальной оплате труда суммируется процент премиальной доплаты к повременному тарифу рабочего.

Распределение заработной платы бригады между входящими в её состав рабочими можно производить:

а) по коэффициенту фактически начисленной заработной платы по отдельным расценкам на 1 руб. заработной платы по тарифу

$$K_{\text{ф}} = Z_{\text{ф.начисл.бр.}} / Z_{\text{тариф.бр.}}$$

где $Z_{\text{ф.начисл.бр.}}$ – фактически начисленная по сдельным расценкам бригадная зарплата;

$Z_{\text{тариф.бр.}}$ – зарплата бригады по тарифным ставкам за это же время.

Тогда зарплата i -го рабочего бригады

$$Z_{\text{раб}} = Z_{\text{тариф.раб.}} \cdot K_{\text{ф}},$$

где $Z_{\text{тариф.раб.}}$ – зарплата данного рабочего за вычисляемый отрезок времени по тарифной ставке.

б) методом коэффициенто-часов.

Определяется сумма коэффициенто-часов бригады по формуле

$$\sum K_{\text{фч}} = K_{\text{т1}} \cdot T_1 + K_{\text{т2}} \cdot T_2 + \dots + K_{\text{тn}} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n K_{\text{ти}} \cdot T_i,$$

где $K_{\text{т1}}, K_{\text{т2}}, \dots, K_{\text{тn}}$ – тарифные коэффициенты рабочих, входящих в состав бригады;

T_1, T_2, \dots, T_n – отработанное время (в часах) каждым рабочим бригады.

Определяется размер оплаты одного коэффициенто-часа:

$$O_{\text{кч}} = Z_{\text{ф.начисл.бр.}} / \sum K_{\text{фч}}.$$

Определяется заработная плата рабочих по формуле

$$Z_{i \text{ раб}} = K_{\text{ти}} \cdot T_i \cdot O_{\text{кч}};$$

в) методом исчисления процента сдельного приработка бригады.

Определяется бригадная заработная плата по тарифу

$$Z_{\text{тар.бр.}} = C_{\text{ч1}} \cdot T_1 + C_{\text{ч2}} \cdot T_2 + \dots + C_{\text{чn}} \cdot T_n = \sum_{i=1}^n C_{\text{чи}} \cdot T_i,$$

где $C_{\text{ч1}}, C_{\text{ч2}}, \dots, C_{\text{чn}}$ – часовые тарифные ставки рабочих, входящих в состав бригады;

T_1, T_2, \dots, T_n – отработанное время (в часах) каждым рабочим.

Определяется процент сдельного приработка по формуле

$$П_{с.пр.} = (З_{ф.начис.лбр.} - З_{тар.бр.} / З_{тар.бр.}) \cdot 100\%.$$

Определяется заработная плата рабочих по формуле

$$З_{i\text{ раб.}} = З_{тар.i} \cdot (П_{с.пр.} / 100),$$

где $З_{тар.i} = C_{чи} \cdot T_i$ – заработная плата одного рабочего по тарифной ставке.

При наличии заработной платы необходимо учитывать некоторые особые условия оплаты труда, например, при сверхурочной работе, работе в ночную смену, выходные и праздничные дни и т.п.

При сверхурочной работе за каждый из двух сверхурочно отработанных часов повременщик получает полторы часовые тарифные ставки, сдельщик – 0,5 часовой тарифной ставки сверхсдельного заработка в эти часы; за каждый последующий сверхурочный час повременщик получает две часовые ставки, а сдельщик – одну ставку сверх своего заработка в эти часы. Ставки соответствуют тарифному разряду рабочего.

Ночная смена (с 22.00 до 6.00) повременщика и сдельщика оплачивается путем увеличения на 1/7 часовой тарифной ставки за каждый час работы.

Работа в выходные и праздничные дни повременщикам оплачивается по удвоенной тарифной ставке, сдельщикам – с доплатой по ставке сверх сдельного заработка.

Простои не по вине рабочих оплачиваются из расчета 0,5 тарифной часовой ставки за 1 час простоя. Если тарифная ставка едина для повременщиков и сдельщиков, то оплачивается 0,75 её размера за 1 час простоя.

Использованный простой оплачивается по сдельным расценкам выполняемой при этом работы.

Содержание и порядок выполнения работы

При выполнении лабораторной работы в функции студента входит:

1. Оформление необходимой документации для начисления заработной платы бригады (табель учета рабочего времени, наряды).
2. Определение заработной платы бригады.
3. Распределение заработной платы между членами бригады.

До начала работы студенту выделяется наряд-задание. В титульной части наряда указывают название цеха, профессию и фамилию бригадира, форму оплаты труда, сроки начала и окончания работ. Затем дают описание работ, которые бригада должна выполнить с обоснованием норм времени и расценок единицы измерения.

В разделе «Задание» указывается количество работ, которое бригада должна сделать по плану, норма времени и расценка на единицу работы. После окончания работ (или месяца) наряд закрывают, для чего в разделе «Исполнение» представляют объем фактически выполненных работ, которые даются студенту по заданию преподавателем, подсчитывают их трудоемкость и сумму заработной платы как произведение фактически выполненных работ на норму времени и расценку. Затем подсчитывают сумму трудоемкости и затраты по всем работам и проставляют в итогах.

На оборотной стороне наряда в таблице отработанного времени представляется количество рабочих (фамилия, имя и отчество) и количество отработанных часов (по таблице), затем определяют процент выполнения норм выработки как частное от деления количества чел.-ч по норме на фактически выполненный объем работ и на фактически отработанное всеми рабочими время.

Количество рабочих, их разряды, отработанное время и особые условия труда студент принимает по заданию преподавателя. После этого рассчитывается зарплата каждого рабочего в бригаде. Расчет производят по коэффициенту приработка (табл. 2.1.) или путем приведения зарплаты к I разряду тарифной ставки (тарифные ставки приведены в табл. 2.2. и 2.3).

Т а б л и ц а 2.1

Расчет заработной платы по коэффициенту приработка

Фамилия, имя и отчество (табельный номер)	Разряд	Часовая тарифная ставка (руб.)	Количество отработанных часов	Тарифный фонд заработной платы (руб.)	Коэффициент приработка	Зарплата
1	2	3	4	5	6	7

Т а б л и ц а 2.2

Расчет заработной платы по приведенной ее величине
к I разряду тарифной ставки

Фамилия имя и отчество	Разряд	Тарифный коэффициент	Количество рабочих (часов)	Произведе- ние тари- фных коэффици- ентов на часы (дни)	Зарплата рабочего, приведенная к I разряду тарифной сетки	Факти- ческая зарплата
1	2	3	4	5	6	7

Т а б л и ц а 2.3

Часовые тарифные ставки рабочих промышленности
строительных изделий (в ценах 1991г.)

Разряд	Часовая тарифная ставка (коп.)	
	тяжелые и вредные условия труда	нормальные условия труда
I	48,7	43,3
II	53,0	47,1
III	57,6	51,2
IV	63,7	56,6
V	71,7	63,7
VI	73,5	74,2

Примечание: в соответствии с единой тарифной сеткой работников производственных отраслей экономики Республики Беларусь оплата труда рабочих на работах с нормальными условиями труда производится по восьми тарифным разрядам, с I до VIII.

Величина тарифных коэффициентов:

I разряда – 1,00;	V разряда – 1,73;
II разряда – 1,16;	VI разряда – 1,90;
III разряда – 1,35;	VII разряда – 2,03;
III разряда – 1,57;	VIII разряда – 2,17;

Для определения тарифной заработной платы тарифный коэффициент умножается на ставку первого разряда, действующую на предприятии на момент начисления заработной платы.

Лабораторная работа № 3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: изучение методов операционного контроля качества изделий и овладение методикой расчета коэффициентов качества продукции и труда.

Методические указания

ГОСТ 1567-70 определяет управление качеством продукции как «установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при её разработке, производстве и эксплуатации или потреблении, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции».

Полная категория качества продукции не сводится к отдельным параметрам свойств, а выражает целостную характеристику многогранного функционального единства всех существующих свойств объекта как внешних, так и внутренних.

$$V = \sum f_K (\sum P_i).$$

Для стабильности качества продукции необходимо системное управление всеми элементами процесса её изготовления с непрерывным или системно периодическим контролем всего технологического процесса.

Проверка выполнения технологических операций и приемов в соответствии с технической документацией производственного процесса с целью выпуска продукции принятого уровня качества и удовлетворяющей значениям всех параметров, регламентированных ГОСТом, СНИП или ТУ на данную продукцию, называется системой операционного контроля.

Система операционного контроля качества включает управление качеством:

- а) параметров уровня знания исполнителей ($\Sigma P_{зн}$);
- б) параметров уровня учения (мастерства) исполнителей ($\Sigma_{ма}$);
- в) параметров материально-технического потока ($\Sigma_{мт}$);
- г) параметров оснастки и оборудования производственного процесса ($\Sigma P_{оо}$);
- д) параметров готовой продукции [$\Sigma f_{и}(\Sigma P_i)$];
- е) параметров стимулирования качества ($\Sigma P_{ск}$).

Операционный контроль качества продукции осуществляется во всех подразделениях предприятия, имеющих прямое отношение к качеству продукции и включает следующую основную документацию:

- а) схемы операционного контроля (табл.3.1.);

Т а б л и ц а 3.1

Номера операций	Наименование операций	Оптимальный состав звена	Ответственный за качество операций	Контроль	
				операционный	инспекционный
1	2	3	4	5	6

- б) таблицы основных параметров качества продукции согласно СНИП, ГОСТ, ТУ и т.п. (табл. 3.2.);

Таблица 3.2

Основные параметры качества продукции

№ п/п	Наименование дефекта	Предъявления			
		I	II	III	Брак
1	2	3	4	5	6

в) эскизы продукции с указанием допускаемых нормативными документами отклонений;

г) основные требования к качеству материалов, полуфабрикатов, конструкций (к заполнителю, бетонной смеси, арматурным элементами и т.д.);

д) основные требования к оснастке и оборудованию (к поддонам, вибростолам, пригрузам, бетоноукладчикам и т.д.);

е) данные о составе контроля с указанием, что нужно проверять (напряжение в стержнях, марку бетона, расстояние между упорами, толщину защитного слоя, режим тепловой обработки, очистку форм и т.п.);

ж) способ контроля (линейный по закону Гука, лабораторный, шаблон, визуальный, автоматизированный и т.п.);

з) периодичность контроля (сколько раз проводится контроль в партии изделий);

и) последовательность выполнения контроля (в зависимости от последовательности операций).

Критерием качества готовой продукции является наличие или отсутствие в ней дефектов. Поэтому количественная оценка качества продукции может быть определена по формуле

$$K=1-D,$$

где D – коэффициент дефектности.

Если изделие полностью соответствует нормативным требованиям, то коэффициент качества K равен единице.

Коэффициент дефектности продукции D показывает средневзвешенное количество дефектов, приходящееся на единицу продукции, с учетом их значимости (весомости) и определяется по формуле

$$D = 1/(100 \cdot n) \cdot \sum_{i=1}^d b_i \cdot m_i,$$

где b_i – балл значимости i -го дефекта по стобалльной шкале;

m_i – количество изделий с i -м дефектом;

d – количество видов дефектов;

n – объем выборки.

Расчет весомости дефектов производят отдельно для каждого вида или группы однотипных изделий пропорционально сумме дополнительных затрат, необходимых для исправления дефектов, либо потерь, вызываемых наличием в изделии неисправимых дефектов (стоимостный метод).

Формулы для расчета дополнительных затрат P имеют вид

$$P_i = Z + M + N;$$

$$\eta_i = G + E_n \cdot K,$$

где Z – заработная плата на исправление i -го дефекта;

M – стоимость материалов, необходимых для ремонта i -го дефекта;

N – накладные расходы;

G – себестоимость изделия;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (0,12);

K – удельные капитальные вложения на производство 1 м^3 сборного железобетона.

Значимость i -го дефекта (b_i) определяется по формуле

$$b_i = P_i \cdot 100 / \left(\sum_{i=1}^d P_i + \eta_i \right) \text{ или } \eta_i \cdot 100 / \left(\sum_{i=1}^d P_i + \eta_i \right),$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, d$.

В табл. 3.3. приведены расчетные данные о значимости дефектов в баллах по наиболее массовым железобетонным изделиям.

Т а б л и ц а 3.3

№ п/п	Наименование дефектов	Изделия				
		наружные стеновые панели, несущие и самонесущие	внутренние стеновые панели, несущие	колонны	ригели	сваи
1	2	3	4	5	6	7
1	Отклонение прочности от проектной	73	80	91	89	47
2	Некачественная лицевая поверхность					
	Раковины и открытые поры	1	3	1	1	5
	Околы бетона ребер	1	1	1	1	2
	Местные наплывы и неровности	2	1	1	1	-
	Местные усадочные трещины	1	1	1	1	8
	Жировые и ржавые пятна	1	1	-	-	-
3	Отслоение отделочного слоя	9	-	-	-	-

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
4	Отклонение по толщине защитного слоя	3	6	1	3	17
5	Отклонение от проектных размеров	2	-	-	-	-
6	Обнажение арматуры	2	3	1	-	5
7	Отклонения от проектного положения или пропуск закладных деталей	2	2	3	3	-
8	Смещение осей и отклонения по ширине и высоте проемов	-	1	-	-	-
9	Отклонения по шагу комутов	-	-	-	-	7

Для оценки качества изделий используют данные выборочного контроля и рекламаций потребителей в оцениваемом периоде.

Объем выборки определяют в зависимости от статистического показателя (доли дефектности) W , равного отношению числа изделий, у которых были обнаружены какие-либо дефекты, к общему числу проверенных изделий (определяется ежеквартально) по табл. 3.4.

Таблица 3.4

	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
25	10	14	17	18	19	20	20	21	21
30	11	16	19	20	21	22	23	24	24
40	11	18	22	24	26	28	29	30	31
50	12	20	25	28	31	32	34	35	37
60	13	21	27	30	34	36	38	40	41
70	13	22	28	32	38	41	43	45	47
80	13	23	30	34	39	42	45	47	50
90	13	24	32	36	42	45	49	51	54
100	14	25	32	38	43	47	51	54	57
150	14	26	36	42	50	55	61	65	70
200	15	27	39	46	55	61	68	73	80
300	15	30	41	50	61	68	77	84	92
440	15	30	43	52	64	72	84	90	99
500	15	30	44	54	67	75	86	94	104
600	15	30	44	54	67	77	87	97	108
800	15	30	45	57	71	81	92	103	112
1000	16	31	46	57	71	81	94	104	117
2000	16	32	46	58	73	84	99	110	124
3000	16	32	47	59	74	85	101	112	126
10000	16	32	48	60	75	87	103	115	130
	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91

Окончание таблицы 3.4

	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
25	22	23	23	23	24	24	24	24	28
30	24	26	27	27	27	28	28	28	28
40	31	33	35	35	36	36	36	36	36
50	38	40	42	43	44	44	44	44	45
60	42	46	49	50	51	52	52	52	52
70	52	55	56	58	59	59	59	59	59
80	51	57	61	63	65	66	66	66	67
90	56	63	67	70	71	72	73	74	74
100	59	67	72	75	77	78	79	80	80
150	73	76	94	100	103	106	107	109	109
200	84	101	112	120	125	129	132	133	133
300	97	121	138	150	158	164	168	171	171
440	106	135	156	171	183	190	196	199	200
500	112	145	169	188	201	211	217	221	222
600	116	152	179	200	215	226	234	238	240
800	122	169	194	218	237	250	259	265	267
1000	126	169	204	231	251	267	277	284	285
2000	134	185	224	261	288	308	322	330	333
3000	137	191	236	273	302	325	340	350	353
10000	142	200	280	291	325	351	370	381	385
	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50

Примечание: заданная точность результатов поверки $P=0,95$ и предел возможности ошибки $\Delta = 0,05$.

Для проведения сравнительной оценки качеств изготовления j -го изделия необходимо сначала определить базовые показатели качества и дефектности, а затем вычислить соответственно относительные показатели:

$$Q_{jk} = K_j / K_{\delta ji},$$

$$Q_{jл} = D_j / D_{\delta j},$$

где $D_{\delta j}$ – значение коэффициента дефектности в базисном периоде j -го вида продукции;

$K_{\delta j}$ – значение коэффициента качества в базисном периоде j -го вида продукции $j = 1, 2...Z$.

Комплексный показатель качества разнородной продукции, изготовляемой каким-либо цехом (V_k), и комплексный показатель дефектности V_d определяют по формулам

$$V_k = \sum_{j=1}^z C_j \cdot Q_{jk} / \sum_{j=1}^z C_j, \quad V_d = \sum_{j=1}^z C_o \cdot Q_{jид} / \sum_{j=1}^z C_j,$$

где C_j – сумма, на которую выпущено продукции j -го вида в рассматриваемом периоде.

Материалы для расчетов индекса качества рекомендуется оформлять в виде табл. 3.5.

Т а б л и ц а 3.5

Наименование изделий конструкций, J	K_j	K_{dj}	Фактический выпуск изделий j -го вида в оцениваемом периоде C_j , руб.	Относительный показатель качества, Q_{jk}	$C_j \cdot Q_{jk}$	Индекс качества, V_k
---------------------------------------	-------	----------	--	---	--------------------	------------------------

Итого:

Если для m цехов известны индексы $V_{k1}, V_{k2}, \dots, V_{km}$ и соответствующие суммы C_1, C_2, \dots, C_m , на которые выпущена продукция каждым цехом, то общий индекс качества $V_{k\text{общ}}$ вычисляется по формуле

$$V_{k\text{общ}} = (C_1 \cdot V_{k1} + C_2 \cdot V_{k2} + \dots + C_m \cdot V_{km}) / (C_1 + C_2 + \dots + C_m).$$

Порядок определения индекса дефектности аналогичен.

Оценка качества труда работников предприятия устанавливается в соответствии со средним показателем качества продукции предприятия за оцениваемый период с учетом влияния качества труда отдельного работника и конкретного исполнителя операции на качество конечной продукции предприятия. Численные значения индивидуальных коэффициентов качества определяют по формуле

$$K_u = K - \sum_{j=1}^n B_i \cdot K_j + \sum_{j=1}^n B_i \cdot K_j,$$

где B_i – размер снижения (увеличения) коэффициента по i – показателю;

K_j – фактический уровень качества j -й продукции, выпускаемой на участке, или уровень ухудшения (улучшения i -го показателя);

n – количество показателей, характеризующих уровень качества.

Полученные коэффициенты качества труда применяются в качестве расчетных величин при назначении всех типов премий материального поощрения.

Для каждой подсистемы предприятия, всех его подразделений разрабатываются типовые коэффициенты повышения (снижения качества труда).

Типовые коэффициенты повышения (снижения) показателей качества труда рабочих бригады бетонщиков представлены в табл. 3.6. и 3.7.

Т а б л и ц а 3.6

Типовые коэффициенты повышения показателей качества труда рабочих бригады бетонщиков.

№ п/п	Производственные и профессиональные достижения	Величина повышения		
		исполнителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Теоретические знания новых приемов труда по выполняемым операциям:			
	а) передовые методы труда, передовой опыт	0,05	0,01	0,01
	б) собственные разработки улучшения операций	0,1	0,05	0,01
	в) получение отличных оценок по теории выполняемых операций			
г) получение отличных оценок по применению вычислительной техники в управлении операциями, звеном, бригадой	0,05	0,01	0,01	
	0,1	0,05	0,05	

1	2	3	4	5
2	Профессиональное мастерство, умение выполнять свои и смежные операции: а) внедрение передовых методов труда, передового опыта б) внедрение собственных разработок улучшения операций в) применение вычислительной техники и АСУ в отдельных операциях г) применение вычислительной техники в повседневной практике управления бригадой д) получение повышения разряда	0,1 0,15 0,2 0,25 0,2	0,05 0,1 0,1 0,15 0,1	0,02 0,05 0,1 0,15 0,05
3	Сдача в течение недели работ на «отлично»	0,1	0,05	0,01
4	Награждение «Почетной грамотой»	0,1	-	-
5	Рационализаторские предложения; а) за одно внесенное рацпредложение б) за одно принятое рацпредложение в) за одно внедренное рацпредложение в операции исполнителя	0,05 0,1 0,2	0,01 0,01 0,1	0,01 0,01 0,05
6	Отличная оценка по чистоте и культуре производства, рабочего места	0,1	0,1	0,02
7	Благодарность по приказу	0,1	-	-
8	Успешная учеба (на курсах, в техникуме, институте)	0,1	0,01	0,01
9	Освоение смежной операции	0,2	0,01	0,01

Т а б л и ц а 3.7

Типовые коэффициенты снижения показателей качества
труда рабочих бригады

№ п/п	Производственные и профессиональные упущения	Величина снижения за каждый случай		
		исполнителю	бригаде	участку
1	2	3	4	5
1	Низкое теоретическое знание трудовых приемов по выполненным операциям: а) в течение одной недели б) в течение месяца	0,1 0,2	0,05 0,05	0,01 0,01
2	Низкое профессиональное мастерство выполнения порученных приемов труда выполняемых операций: а) в течение одной недели б) в течение месяца	0,1 0,2	0,05 0,05	0,01 0,01
3	Низкое качество продукции (операции): а) на «удовлетворительно» (за неделю) б) брак и переделка (за каждый случай)	0,1 0,2	0,01 0,1	- 0,05

1	2	3	4	5
4	Несвоевременное представление фронта работ (за каждый случай)	0,1	0,02	0,01
5	Нарушение трудовой дисциплины и этики поведения:			
	а) опоздание на работу	0,1	0,01	0,005
	б) прогул	0,2	0,05	0,01
	в) невыполнение распоряжения бригадира	0,1	0,01	–
	г) появление в общественных местах в нетрезвом виде	0,1	0,01	0,01
6	Выговор по приказу	0,2	0,05	0,05
7	Неудовлетворительное содержание рабочего места	0,1	0,01	-
8	Неудовлетворительное состояние приспособлений, механизмов, инструмента	0,1	0,01	0,05
9	Порча материальных ценностей	0,2	0,01	-

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

Исходным материалом для выполнения лабораторной работы являются пооперационные графики технологических процессов изготовления изделий, чертежи изделий с указанием армирования, требования, предъявляемые к изделиям, и технологические карты их изготовления.

Указанные материалы студенты подготавливают заранее по заданию преподавателя.

На основании указанных материалов студенты на первом этапе работы составляют графики операционного контроля изделий.

Затем, пользуясь исходными данными по объемам выпуска продукции за рассчитываемый период по отдельным цехам (в м³ и тыс. руб.), доли дефектности за предыдущий период W определяют количество изделий, которое необходимо подвергнуть проверке в оцениваемом периоде для получения достоверных результатов.

Принимают (по заданию преподавателя) количество изделий, имеющих разнообразные дефекты, и производят расчет коэффициента качества по форме табл. 3.8.

Т а б л и ц а 3.8

Наименование	Объем выборки, n	Тип дефекта	Значимость i -го дефекта в баллах, V_i	Количество изделий с i -м дефектом	$V_i \cdot m_i$	Коэффициент дефектности, D_j	Коэффициент качества, K_j
--------------	--------------------	-------------	--	--------------------------------------	-----------------	--------------------------------	-----------------------------

Принимая значение коэффициента качества за предыдущий период, равный 0,87, определяют относительный коэффициент качества и индекс качества в целом по предприятию.

Затем по таблицам 3.6 и 3.7 производят определение индивидуальных индексов качества труда рабочих отдельных звеньев бригады, в целом бригады и цеха.

Полученные величины индексов качества труда служат основанием для начисления премии.

Анализируя полученные результаты, студенты делают выводы о путях повышения качества труда и о значении материального стимулирования в повышении качества труда отдельных работников.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА, ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

Цель работы: освоение методики расчета, анализа и оптимизации сетей, моделирующих процессы разработки и технической подготовки производства, а также другие работы.

Методические указания

Для того чтобы добиться наиболее полного использования ограниченных ресурсов, необходимо точно установить начало и окончание производимых работ (например, при проектировании, строительстве объектов или создании сложных комплексных установок и т.д.). Наиболее перспективным методом в этом отношении является метод СПУ (сетового планирования и управления).

Сетью комплекса работ называется ориентированный граф, отображающий отношения между работами. Графическое изображение сети называется сетевым графиком, основными элементами которого являются события и работы.

Событие – это фиксируемый момент выполнения одной или нескольких работ, являющийся одновременно началом одной или нескольких последующих работ. Событие, не имеющее предшествующих работ, называется начальным, а не имеющее последующих работ – конечным.

Работа – это:

- а) процесс, требующий затрат времени, ресурсов;
- б) ожидание – процесс, не требующий затрат ресурсов, но связанный с затратами времени;
- в) «фиктивная» работа или «зависимость, устанавливающая логическую связь между работами и не требующая затрат времени и ресурсов».

Расчет и анализ сетевого графика производят с использованием формул табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.1

Основание формулы для расчета и анализа сетевого графика

Наименование расчетных величин	Формула расчета
1	2
Продолжительность выполнения работы t_{ij}	$\bar{t}_{ij} = (t_{ij} \max + 4t_{ij} \text{ max} + t_{ij} \min) / 6$
Дисперсия случайной продолжительности выполнения работы D_{ij}	$D_{ij} = [(t_{ij} \max - t_{ij} \min) / 6]^2$
Ранний срок свершения события $T_j^{(p)}$	$T_j^{(p)} = \max \sum_{i>j} [T_j^{(p)} + \bar{t}_{ij}]$
Поздний срок свершения события $T_i^{(n)}$	$T_i^{(n)} = \min \sum_{i>j} [T_j^{(n)} - t_{ij}]$
Резерв времени события	$R_i = T_i^{(n)} - T_i^{(p)}$
Полный резерв времени работы $r_{ij}^{(n)}$	$r_{ij}^{(n)} = T_j^{(n)} - T_i^{(p)} - \bar{t}_{ij}$

<i>I</i>	<i>2</i>
Свободный резерв времени работы $r_{ij}^{(св)}$	$r_{ij}^{(св)} = T_j^{(p)} - T_i^{(n)} - t_{ij}^-$
Раннее начало работы t_{ij}^{pn}	$t_{ij}^{pn} = T_i^{(p)}$
Раннее окончание работы	$t_{ij}^{po} = T_i^{(p)} + t_{ij}^-$
Позднее начало работы	$t_{ij}^{nn} = T_i^{(n)} - t_{ij}$
Позднее окончание работы	$t_{ij}^{no} = T_i^{(n)}$
Резерв пути R_{ii}	$R_{ii} = T_{кр} - T_{ii}$
Вероятность выполнения всего комплекса работ в директивный срок	$P(T_{дир}) = \Phi(Z)$, где $Z = (T_{дир} - T_{кр}) / \sum \sqrt{G_{ijkp}^2}$

Условные обозначения:

$T_{кр}$ – критическое время, т.е. максимальное время, в течение которого может быть выполнен весь комплекс работ; величина характеризуется также продолжительностью критического пути сетевого графика, т.е.

$$T_{кр} = t(L_{кр}),$$

где $L_{кр}$ – критический путь;

Z – процентиль функции Лапласа;

G_{ijkp}^2 – среднеквадратическое отклонение случайной величины работы ij ;

ΣG_{ijkp}^2 – сумма дисперсий работ, лежащих на критическом пути.

Содержание и порядок выполнения лабораторной работы

В содержание работы входит: построение, расчет и анализ сетевого графика комплекса работ; направленная корректировка (оптимизация) сетевого графика и анализ полученных результатов.

Исходным материалом для проведения работы служит вариант задания, выдаваемый преподавателем в табличной или матричной форме. При табличной форме студенту выдается список работ, зашифрованных номерами начального i и конечного j событий. Кроме того, по каждой работе указывается её продолжительность в виде ожидаемого среднего значения t_{ij} или в виде t_{ijmax} , t_{ijmin} , $t_{ijср}$.

На основании полученных данных студент рассчитывает параметры сети (см. табл.4.1) и вычерчивает сетевой график.

Оптимизация сетевого графика осуществляется следующим путем:

- а) перенесения части ресурсов с некритических путей на критический с целью сокращения его продолжительности;
- б) высвобождения ресурсов на некритических путях в пределах имеющихся резервов без изменения продолжительности критического пути.

Оптимизация сетевого графика производится на координатном сетевом графике. Работы на критическом и некритических путях выбираются таким образом, чтобы они выполнялись в один и тот же период времени с учетом резервов.

Примеры простейшей оптимизации сетей

Пример №1. Задача состоит в оптимальном распределении ресурсов по работам, то есть в таком перераспределении ресурсов по сравнению с первоначальным (на основе которых рассчитана продолжительность работ рис. 4.1), которое при заданных ресурсах сводило бы к минимальному времени выполнения комплекса работ. Конкретно эта задача формулируется так: максимально сократить сроки выполнения работ путем перераспределения ресурсов при следующих условиях:

- 1) исполнители работ « mn » (на некритическом пути) могут выполнять и работу « ij » (на критическом пути, но обратное невозможно;

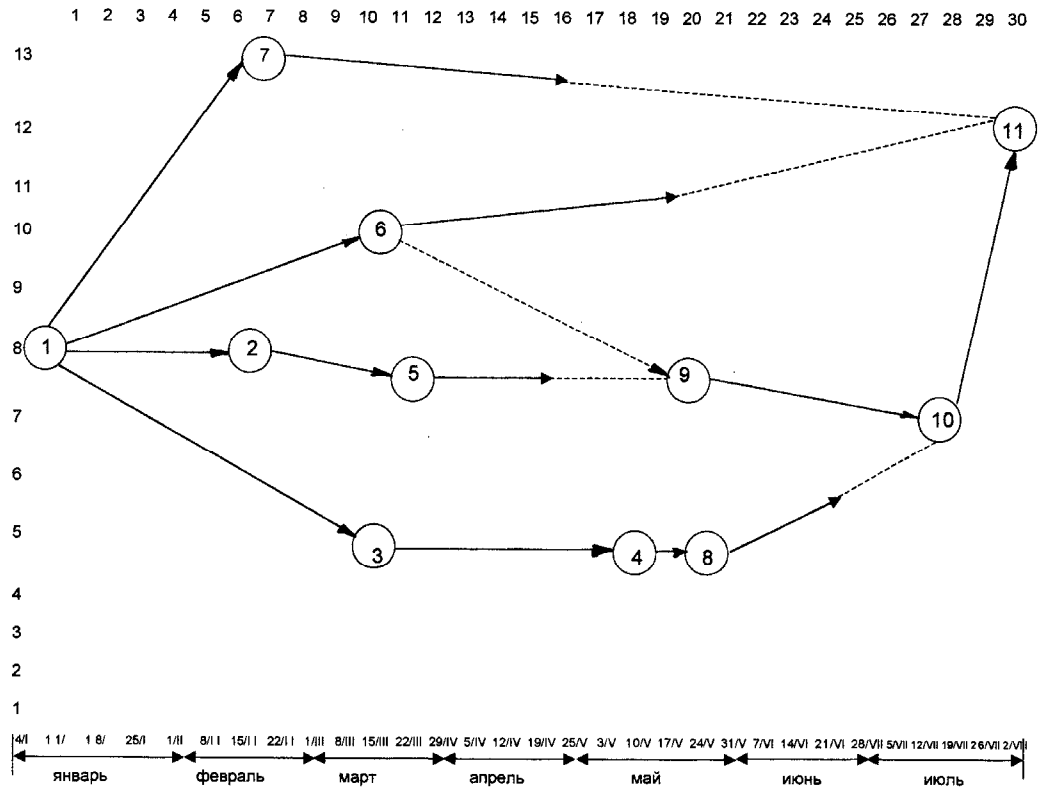


Рис. 4.1

2) сроки работ «*mn*» и «*ij*» рассчитаны, исходя из того, что работу «*mn*» выполняют 10 человек ($A = 10$), а работу «*ij*» выполняют 12 человек ($A = 12$);

3) каждый исполнитель может участвовать только в одной работе;

4) исполнителей работ «*mn*», перенесенных на работы «*ij*», нельзя поставить на работу «*mn*».

Необходимо определить возможный срок сокращения критического пути «*y*» и число исполнителей «*x*», которых можно перенести на выполнение работы «*ij*».

Решение:

1. Определяем объем работы «*mn*»: $Q_{mn} = t_{mn} \cdot A_{mn} = 6 \cdot 10 = 60$ недель.

2. Определяем объем работы «*ij*»: $Q_{ij} = t_{ij} \cdot A_{ij} = 8 \cdot 12 = 96$ недель.

3. Составляем два уравнения с двумя неизвестными, где x – число исполнителей, которых надо перенести на работу «*ij*» с работы «*mn*», y – число недель, на которые сократится работа «*ij*», а следовательно, весь комплекс работ:

$$Q_{mn} / A_{mn} - x = 20 + y;$$

$$Q_{ij} / (A_{ij} + x) = 8 - y;$$

$$x^2 + 15x - 140 = 0;$$

$$x \approx 6,5 \quad y = 3.$$

Следовательно, продолжительность работы «*ij*» может быть сокращена на три недели за счет перевода с работы «*mn*» шести исполнителей на пять недель и одного исполнителя на две с половиной недели.

Пример №2. Задача состоит в высвобождении ресурсов на не критических путях, где имеются резервы без изменения продолжительности комплекса работ.

Решение задачи осуществляется следующим образом:

Трудозатраты работ на одном из некритических путей составляют.

$$Q_{mn} = t_{mn} \cdot A_{mn} = 6 \cdot 10 = 60 \text{ ч/неделя.}$$

Так как продолжительность работ, выполняемых за это время на критическом пути составляет 8 недель, то указанный объем работ на некритическом пути может быть выполнен не за 6 недель, а за восемь. Следовательно, достаточное количество исполнителей может составить $60 : 8 = 7$ человек, что позволит высвободить на некритическом пути ($A_{mn} = 10 - 7 = 3$) три исполнителя.

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо:

1. Заполнить таблицу исходных данных.
2. Вычертить на листе сетевой график, пронумеровать работы.
3. Рассчитать и заполнить таблицы параметров событий и работ сетевого графика (4.2, 4.3) по формулам табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.2

Значение параметров событий сетевого графика

№ события	Ранний срок	Поздний срок	Резерв
-----------	-------------	--------------	--------

Т а б л и ц а 4.3

Значение параметров работ сетевого графика

Шифр работы	Полный резерв	Свободный резерв
-------------	---------------	------------------

4. Построить координатный сетевой график и провести оптимизацию сети по заданию преподавателя.
5. Сделать выводы по работе и оформить отчет

Лабораторная работа № 5

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОБЪЕМУ ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: определение максимальной программы изготовления отделочных смесей (в тыс. руб.) при ограниченных исходных ресурсах.

Для изготовления 5 видов отделочных смесей $S_1 \dots S_5$ применяют 3 основных материала $\mu_1 \dots \mu_3$, поступающих на предприятие в ограниченных количествах: $\mu_1 - 1500$ кг, $\mu_2 - 300$ кг, $\mu_3 - 450$ кг в сутки. Остальные ресурсы: энергетические, производственные мощности, рабочие ресурсы имеются в достаточном количестве. Исходные данные представлены в табл. 5.1.

Т а б л и ц а 5.1

Материалы	Расход материалов в кг, на 1 кг смеси					Ресурсы (ограничения на сутки), кг
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	
μ_1	-	0,40	0,30	0,60	0,60	1500
μ_2	0,05	0,20	0,10	0,10	-	300
μ_3	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	450
Товарная продукция в тыс.руб. кг-1	2,0	12,0	10,0	14,0	4,0	
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	

Примечание. Изготовление смесей $S_1 \dots S_5$ представляет собой пять независимых процессов, для осуществления которых используется единое производственное оборудование. Таким образом, осуществление каждого производственного процесса происходит за счет ущемления других процессов.

В результате решения задачи необходимо определить суточную программу выпуска каждого вида отделочных смесей, соответствующую максимальному объему товарной продукции в тыс. руб.

Математическая модель должна обеспечить нахождение неотрицательного значения переменных $X_1 \dots X_2$, т.е. вектора:

$$X_i = (X_1 / X_2 / X_3 / X_4 / X_5),$$

отвечающего неравенствам:

$$\begin{aligned} 0,4X_2 + 0,30X_3 + 0,60X_4 + 0,60X_5 &\leq 1500 \\ 0,05X_1 + 0,20X_2 + 0,10X_3 + 0,10X_4 &\leq 300 \\ 0,10X_1 + 0,20X_2 + 0,20X_3 + 0,10X_4 + 0,20X_5 &\leq 450 \end{aligned} \quad (5.1)$$

Максимизируем критерий эффективности:

$$Z = 2X_1 + 12X_2 + 10X_3 + 14X_4 + 5X_5 \rightarrow \max \quad (5.2)$$

Для того, чтобы систему неравенств (5.1) перевести в систему уравнений, к левой стороне неравенств добавим переменные X_6 , X_7 и X_8 , а уравнение критерия эффективности (5.2) присоединим к системе уравнений (5.1), где Z будет переменной величиной. Таким образом, получим следующую формулировку задачи:

а) необходимо найти вектор (с учетом дополнительных переменных):

$$X_j = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, Z),$$

соответствующий условиям:

$$\begin{aligned} 0,40 X_2 + 0,30 X_3 + 0,60 X_4 + 0,60 X_5 + X_6 &= 1500 \\ 0,05X_1 + 0,20 X_2 + 0,10 X_3 + 0,10 X_4 &+ X_7 = 300 \\ 0,10X_1 + 0,20 X_2 + 0,20 X_3 + 0,10 X_4 + 0,20 X_5 + &X_8 = 450 \quad (5.3) \\ -2X_1 - 12 X_2 - 10 X_3 - 14 X_4 - 4,0 X_5 &= 0 \\ X_j \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \end{aligned}$$

И обеспечивающий максимизацию критерия эффективности (целевой функции).

Систему можно записать в виде симплексной таблицы. Затем, пользуясь тестом оптимизации, можно установить, является ли решение оптимальным. Если нет, пользуясь симплексным алгоритмом, находим улучшенные циклы итерации до тех пор, пока решение не будет оптимальным.

Т а б л и ц а 5.2

Симплексная таблица системы (5.3), полученная в результате первого шага оптимизации

Основные переменные	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Абсолютные члены правых сторон	β_i/X_{ki}
X_6		0,4	0,3	0,6	0,6	1			1500	2500
X_7	0,05	0,2	0,1	0,1			1		300	3000
X_8	0,01	0,2	0,2	0,1	0,2			1	450	4500
Z	-2	-12	-10	-14	-4				0	

Основные переменные – X_6, X_7, X_8 и Z , **неосновные** – X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . Если мы вместо неосновных переменных введем в систему нули, мы получим исходное решение:

$$X = 0, 0, 0, 0, 0, 1500, 300, 450, 0.$$

б) тест оптимизации решения основывается на следующем положении: каждому шагу (циклу итерации) симплексной таблицы соответствует определенное предполагаемое основное решение, при котором неосновные переменные равны нулю, а основные – правым сторонам системы. Является ли определенное основное решение оптимальным, мы сможем определить по знаку структурного коэффициента в ряду критерия эффективности (целевой функции в ряду Z); если мы эти коэффициенты обозначим $Z_j \geq (j = 1, 2, \dots)$, то соответственно получим:

-при максимизации: если $Z_j \geq 0$ для всех $j = 1, 2, \dots, n$, основное решение является максимальным; если $Z_j < 0$ хотя бы для одного $j = 1, 2, \dots, n$, основное решение не максимально;

-при минимизации: если $Z_j \leq 0$ для всех $j = 1, 2, \dots, n$, основное решение минимально: если $Z_j > 0$ хотя бы для одного $j = 1, 2, \dots, n$, основное решение не минимально.

Анализ коэффициентов таблицы 5.2 показывает, что Z_6, Z_7 , и Z_8 равны нулю, все значения Z_1, \dots, Z_5 – отрицательное (<0), т.е. данное решение не является оптимальным.

Последующую трансформацию системы в поисках оптимального решения выполняем **согласно следующим правилам:**

1. Одна из неосновных переменных должна стать основной – входящей переменной. В задачах максимизации – это обычно переменная с наибольшим отрицательным коэффициентом (в задачах минимизации – это переменная с наибольшим положительным коэффициентом Z_j).

Столбик коэффициентов этой переменной в рассматриваемом шаге симплексной таблицы называется *ключевым столбцом*.

2. Одна из основных переменных должна превратиться в неосновную, выходящую переменную. Для того, чтобы определить, какая из основных переменных будет исключена, разделим константы правых сторон системы в предпоследнем правом столбике симплексной таблицы (обозначим эти константы β_i при $i= 1, 2, \dots, m$) на структурные коэффициенты X_{ik} , в результате чего получим m отношений β_i / X_{ik} (для рядов, где $X_{ik} < 0$) – смотрите последний правый столбец табл. 5.2. Ряд h , где отношение β_i / X_{ik} минимально, обозначим *ключевым рядом*. Значение, находящееся в ключевом ряду, называется *ключевым элементом*. Основная переменная в ключевом ряду становится в новом решении неосновой, а входящей основной переменной становится неосновная переменная ключевого столбца.

В нашем случае, согласно правилу 1, ключевым столбцом (табл. 5.2) становится столбец переменной X_4 , так как Z в этом столбце минимально (-14). Согласно правилу 2, получим отношения:

$$\beta / X_{14} = 1500 / 0,6;$$

$$\beta / X_{24} = 300 / 0,1;$$

$$\beta / X_{34} = 450 / 0,1.$$

Наименьшая величина отношения β_i / X_{ik} имеет место для $i = 1$, таким образом, ключевым является первый ряд. Ключевым элементом является величина 0,6.

В исходной симплексной таблице в первом ряду основной переменной была X_6 ; она превратится в выходящую (в новом решении) неосновную и будет заменена новой входящей основной переменной с ключевого столбца, т.е. X_4 .

Новое основное решение в табл. 5.4 будет получено в результате действий, выполненных в табл. 5.3.

Как видно из табл. 5.3, будет получено новое основное решение в табл. 5.4 посредством деления всех структурных коэффициентов ключевого (в нашем случае первого) ряда на коэффициент константы правой стороны.

Все члены второго и третьего рядов получают таким образом, что к их исходным величинам в табл. 5.3 всегда добавляется произведение $(-0,10)$ величины коэффициентов с соответствующего столбца на преобразованную величину первого ряда, так как величины коэффициентов во втором и в третьем ряду ключевого столбца случайно равны 0,10.

Все величины в ряду основной переменной Z определяются таким образом, что к величинам в табл. 5.3 добавляются произведения на 14 уже преобразованных величин первого ряда. Это относится и к константе правой стороны. Результаты расчета табл. 5.3 представлены в табл. 5.4.

Т а б л и ц а 5.3

Определение перехода от исходного к последующему
основному решению

Новые основные переменные	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Редуциро- ванные абсолютные члены
X ₄		0,4/0,6	0,3/0,6	0,6/0,6	0,6/0,6	1/0,6			1500/0,6
X ₇	0,05(+)(-) 0,10	$\frac{0,2(+)(-)}{0,1 \cdot 0,4}$ 0,6	$\frac{0,1(+)(-)}{0,1 \cdot 0,3}$ 0,6	$\frac{0,1(+)(-)}{0,1 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{0(+)(-)}{0,1 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{0(+)(-)}{0,1 \cdot 1}$ 0,6	1(+)(-) 0,1·0	0(+)(-) 0,1·0	$\frac{300(+)(-)}{0,1 \cdot 1500}$ <u>0,6</u>
X ₈	0,1(+)(-) -0,1·0	$\frac{0,2(+)(-)}{0,1 \cdot 0,4}$ 0,6	$\frac{0,2(+)(-)}{0,1 \cdot 0,3}$ 0,6	$\frac{0,1(+)(-)}{0,1 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{0,2(+)(-)}{0,1 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{0(+)(-)}{0,1 \cdot 1}$ 0,6	0(+)(-) 0,1·0	1(+)(-) 0,1·0	$\frac{450(+)(-)}{0,1 \cdot 1500}$ 0,6
Z	-2(+)(-) -14·0	$\frac{-12(+)(-)}{-14 \cdot 0,4}$ 0,6	$\frac{-10(+)(-)}{-14 \cdot 0,3}$ 0,6	$\frac{-14(+)(-)}{-14 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{-14(+)(-)}{-14 \cdot 0,6}$ 0,6	$\frac{-14(+)(-)}{-14 \cdot 1}$ 0,6	0(+)(-) -14·0	0(+)(-) -14·0	$\frac{0(+)(-)}{-14 \cdot 1500}$ 0,6

Т а б л и ц а 5.4

Симплексная таблица последующего основного решения системы,
полученная в результате второго шага итерации

Новые основные переменные	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Редуцированные абсолютные члены
X_4	0	0,66	0,500	1,00	1	1,66	0	0	2500
X_7	0,05	0,14	0,050	0	-0,10	-0,17	1	0	50
X_8	0,10	0,14	0,15	0	0,10	-0,17	0	1	200
Z	-2,000	-2,76	-3,000	0	10,00	23,24	0	0	35000

Новое решение в результате второго шага итерации:

$$Z_k = 0, 0, 0, 2500, 0, 0, 50, 200, 35000.$$

Итак, экономико-технологическая интерпретация результата решения следующая: из таблицы 5.4 видно, что если смесь S_4 производится в количестве 2500 кг/сутки (X_7 и X_8 только дополнительные переменные), валовая стоимость этой продукции составит $14 \times 2500 = 35000$ тыс.руб./сутки. В этом случае полностью используется материал μ_1 , расход которого за сутки составит $1500 \text{ кг} \times (0,60 \cdot 2500 - 1500)$. Остается однако неиспользованным сырье 50 кг μ_2 (из 300 кг суточного расхода) и 200 кг μ_3 (из 450 кг суточного расхода). Поскольку речь идет о максимизации валовой продукции, решение, полученное после шага, не является оптимальным, к тому же в табл. 5.4 имеются три значения $Z_j < 0$. В связи с этим необходим шаг 3 итерации.

Входящей основной переменной будет X_3 , соответствующая наименьшему показателю Z (-3), а выходящей X_7 , для которой β_i / X_{ik} – минимально. Ключевым столбцом будет столбец X_3 , а ключевым рядом X_7 . Основное решение, полученное после 3-го шага итерации, представлено в табл. 5.5.

Т а б л и ц а 5.5

Симплексная таблица после 3-го шага итерации

Новые основные перемен- ные	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Редуцированные абсолютные члены
X_4	-0,500	-0,677	-10,01	3,33	2,00	3,33	-10,0	1	2000
X_3	1	2,66	20,0	3,34	-2,0	-3,34	20,0	0	1000
X_8	-0,500	-0,27	-3	0,33	0,39	0,33	-3		50
Z	1,0	5,333	60	13,33	4,0	13,33	60,0		38000

Примечание. Для получения большей наглядности табл. 5.5 значения располагаются в один столбик.

В результате третьего шага итерации получено основное решение:

$$X = (0, 0, 1000, 2000, 50, 38000),$$

которое является оптимальным, так как ни одна из величин Z_j в табл. 5.5 не < 0 (во всех случаях $Z_j \geq 0$).

Ответ. Максимальный объем валовой продукции в тыс. рублях – 38000 в сутки получен при суточном производстве смеси S_4 – 2000 кг, расходах материалов μ_1 – 1200 кг, μ_2 – 200 кг, μ_3 – 200 кг и объеме валовой продукции – 28000 тыс.рублей; при суточном производстве смеси S_3 – 1000 кг, расходах материалов μ_1 – 100 кг, μ_2 – 100 кг, μ_3 – 200 кг и объеме валовой продукции – 10000 тыс. рублей.

При решении указанной задачи с помощью ЭВМ разработка программы ведется согласно блок-схеме (см. прил.).

Л и т е р а т у р а

1. Антоненко Г.Я. Организация, планирование и управление предприятиями строительных изделий и конструкций. – Киев: Высшая школа, 1988 – 373 с.

2. О некоторых вопросах применения единой тарифной сетки работников Республики Беларусь / И.Новикова // Главный бухгалтер. – 2002 – № 33. – 4 с.

3. Гусев С.Г. Сборник задач по экономике, организации и планированию производства строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1981. – 222 с.

4. Вагнер. В. Основы исследования операций. – М.: Мир, 1973. – Т. 1 – 3.

5. Черняк Ю.М. Системный анализ и управление экономикой. – М.: Экономика. – 1975. – 170 с.

6. Riha J. Technologické systémy výroby stavebních dílců. – Praha: SNTL, 1988. – 248 с.

7. Лабораторные работы по курсу «Организация, планирование и управление предприятием» / Под ред. И.М. Разумова, А.И. Неймана, С.Г.Пуртова. – М.: Высшая школа, 1978. – 253 с.

8. Комплексная система управления качеством продукции / Под ред. Е. Т. Удовиченко. – Киев: Техника, 1977. – 198 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Решение системы линейных уравнений симплексным методом

```
1Ø REM – SIM1. BAS
5Ø OPEN #LP:# FOR OUTPUT AS FILE # 1
1ØØ DIM A(2Ø, 2Ø), B(2Ø), C(2Ø), B1(2Ø), A1(2Ø), A2(2Ø)
11Ø REM – Обнуление элементов массива
12Ø FOR I = 1 TO 2Ø
13Ø FOR J= 1 TO 2Ø
14Ø A(I, J)= Ø
15Ø NEXT J
155 C(I) = Ø / B(I) = Ø
16Ø NEXT I
165 K 7 = Ø
17Ø REM – Ввод исходных данных
18Ø PRINT "Ввести кол. уравнений"; / INPUT N
19Ø PRINT "Ввести кол. элем. в строке"; / INPUT M
2ØØ PRINT "Ввести коэфф. уравнений"
21Ø FOR I = 1 TO N
22Ø FOR J= 1 TO M
23Ø PRINT "X,"; "I,"; "J;"="; / INPUT A(I,J)
24Ø NEXT J
25Ø PRINT "Свободный член"; / INPUT B(I)
```

```

260 NEXT I
270 FOR J = 1 TO M
280 PRINT "Значение C";J; / INPUT C (J)
290 NEXT J
300 REM –Формирование симплексной таблицы
305 Q = 0
310 FOR I = 1 TO N
315 A1(I) = I+ M / A (I, I + M) =1
320 NEXT I
325 FOR J= 1 TO M+M
330 A2 (J) = J
335 NEXT J
336 PRINT #1, "Исходная таблица" PRINT
337 GOSUB 700
340 REM – Поиск ключевого столбца
350 FOR J = 1 TO M+N
360 B1 (J ) = C(J)
370 NEXT J
380 K5 = M + N
390 GOSUB 1000
400 K2 = K
410 REM – Поиск ключевой строки
420 FOR I = 1 TO N
430 IF A(I, K2) > 0 THEN B1(I) = B(I) / A(I, K2) / GO TO 440
435 B1(I) = 1.000000E+11
440 NEXT I
445 K5 = N
450 GOSUB 1000
460 K1 = K
470 REM – Замена местами индексов I и J
480 A = A1(K1) / A1(K1) = A2(K2)
490 A2(K2) = A
500 REM – Замена базиса
505 C2 = C(K2)
510 A(K1,K2) = 1/A(K1, K2) / C(K2) = -C(K2)*A(K1,K2)
515 B(K1) = B(k1) *A(K1, K2)
520 FOR I = 1 TO N
530 FOR J = 1 TO M+N

```

```

535 IF I<> K1 GO TO 55Ø
537 JF J = K2 GO TO 55Ø
54Ø A(I, J) = A(I, J)*A(K1, K2) / C(J) -A(K1, J)*C2
55Ø NEXT J
56Ø NEXT I
58Ø FOR I = 1 TO N
59Ø FOR J = 1 TO M+N
60Ø IF I = K1 GO TO 61Ø
605 IF J = K2 GO TO 61Ø
607 A(I, J) = A(I, J) - A(K1, J)*A(I, K2)
61Ø NEXT J
62Ø NEXT I
63Ø FOR I = 1 TO N
64Ø FOR J = 1 TO M+N
645 IF I = K1 GO TO 66Ø
646 IF J<> K2 GO TO 66Ø
65Ø B(I) = B(I)-B(K1)* A(I, K2) / A(I, J) = -A(I, J)* A(K1, K2)
66Ø NEXT J
67Ø NEXT I
68Ø Q = Q - B(K1)*G2
685 K7 = K7 +1
686 GOSUB 69Ø
687 GO TO 85Ø
69Ø REM - Печать симплексной таблицы
967 INT #1, "Шар"; K7 / PRINT
70Ø PRINT #1, " ! ";
705 T = 1Ø
71Ø FOR J = 1 TO M+N / PRINT # 1, TAB(T); A2(J); /T=T+6 NEXT J
715 PRINT "1", !
72Ø PRINT #1, " -----"
73Ø FOR I = 1 TO N
735 T = 1Ø
74Ø PRINT #1, " "; A1(I); " !";
75Ø FOR J = 1 TO M+N
76Ø PRINT #1, TAB (T); (INT(A(I, J)#1ØØ)) / 1ØØ;
765 T = T + 6
77Ø NEXT J
78Ø PRINT #1, " !"; (INT(B(I)#1ØØ)) / 1ØØ;

```

```

790 NEXT I
800 PRINT #1, " -----"
805 PRINT #1, " !";
807 T = 10
810 FOR J= 1 TO M+N
820 PRINT #1, TAB (T); (INT(C(J)#100)) / 100;
825 T = T + 6
830 NEXT J
840 PRINT #1, " !"; Q /; PRINT #1, / PRINT #1,
845 RETURN
850 REM – Проверка оптимальности решения
860 FOR J= 1 TO M+N
870 IF C(J)<0 GO TO 900
880 NEXT J
890 GO TO 910
900 GO TO 340
910 PRINT #1 "Оптимальное решение"
915 CLOSE
920 STOP
1000 REM – Поиск минимального значения
1010 FOR I= 1 TO K5
1020 FOR J= 1 TO K5
1030 IF B1(I)> B1(J) GO TO 1060
1040 NEXT J
1050 GO TO 1070
1060 NEXT I
1070 K = I
1080 RETURN
1090 END

```

С о д е р ж а н и е

В в е д е н и е	3
Лабораторная работа № 1 ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА.	3
Лабораторная работа № 2 РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОЧИХ И ЗАКРЫТИЕ НАРЯДОВ.	10
Лабораторная работа № 3 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ.	17
Лабораторная работа № 4 ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА, ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ.	27
Лабораторная работа № 5 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОБЪЕМУ ВАЛОВОЙ ПРОДУКЦИИ. . .	34
Л и т е р а т у р а	41
П Р И Л О Ж Е Н И Е	42

Учебное издание

ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1- 70 01 01
«Производство строительных изделий и конструкций»

Составитель ЛАВРЕГА Лидия Яковлевна

Редактор А.М. Кондратович. Корректор М.П. Антонова
Компьютерная верстка А.А. Бусько

Подписано в печать 24.02.2005

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л.2,9. Уч.-изд. л.1,9.Тираж 200. Заказ 228.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0056957 от 01. 04. 2004.

220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.