



И.Н. Титова, С.Н. Прядко, А.Е. Питерова

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебное пособие

Белгород 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»

И.Н. Титова, С.Н. Прядко, А.Е. Питерова

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Учебное пособие



Белгород 2025

УДК 658.51:338.27

ББК 65.291.23

Т 45

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом института экономики и управления НИУ «БелГУ» (протокол № 8 от 19.03.2025)

Рецензенты:

Я.И. Серкина, доктор социологических наук, профессор кафедры менеджмента и маркетинга, заместитель директора института экономики и управления по науке НИУ «БелГУ»

И.И. Сальников, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики Белгородского университета кооперации, экономики и права

Титова И.Н.

Т 45 Планирование и прогнозирование деятельности предприятия: учеб. пособие / И.Н. Титова, С.Н. Прядко, А.Е. Питерова. – Белгород: ЦПП ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2025. – 112 с.

ISBN 978-5-9571-3848-8

Учебное пособие предназначено для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Планирование и прогнозирование» для подготовки студентов по специальности 38.03.02 «Менеджмент».

В учебном пособии предлагаются расчетные задания разного уровня сложности и практической направленности, связанные с использованием инструментов экономической теории и методов экономического анализа.

Издание соответствует ФГОС ВПО и учебному плану по направлению «Менеджмент», способствует формированию устойчивой связи теоретических знаний с практическими навыками.

УДК 658.51:338.27

ББК 65.291.23

ISBN 978-5-9571-3848-8

© Титова И.Н., Прядко С.Н., Питерова А.Е., 2025

© НИУ «БелГУ», 2025

Оглавление

Введение	4
Раздел I. Методы прогнозирования	5
Тема 1. Метод экспертных оценок	5
Тема 2. Методы экстраполяции (аппроксимация динамического ряда аналитическими функциями)	15
Тема 3. Прогнозирование деятельности предприятия на основе скользящей средней	25
Тема 4. Прогнозирование сезонных колебаний	28
Тема 5. Экономико-статистическое моделирование деятельности предприятия	32
Тема 6. Оптимизационные модели производственной деятельности предприятия	38
Раздел II. Методы планирования	51
Тема 7. Нормативный метод планирования	51
Тема 8. Балансовый метод планирования	55
Тема 9. Графический метод планирования (сетевое моделирование экономических процессов)	71
Раздел III. Прикладные аспекты планирования и прогнозирования на предприятии	79
Тема 10. Планирование материального обеспечения производственного процесса	79
Тема 11. Планирование трудоёмкости выполнения работ, оплаты труда и численности персонала.....	85
Тема 12. Финансовое планирование деятельности предприятия	97
Тема 13. Прогнозирование показателей экономической эффективности на основе финансовой модели	103
Список литературы	109

Введение

В современных условиях планирование и прогнозирование является основой качественного управления экономическими системами различных уровней. Использование эффективного механизма прогнозирования и планирования позволяет предвидеть и оценивать последствия принимаемых решений, а также разрабатывать перспективные программы развития.

В мировой экономической науке накоплен и апробирован значительный арсенал методов прогнозирования и планирования, который дает возможность решать комплекс задач по обоснованию перспектив развития страны, регионов, отраслей и отдельных предприятий. Грамотный экономист-менеджер должен знать принципы, методы и методики прогнозирования и планирования развития отдельных субъектов хозяйствования. Наряду с теоретическими знаниями специалисту в области экономики необходимо иметь практические навыки разработки кратко-, средне- и долгосрочных планов-прогнозов на микро-, мезо- и макроуровне.

Целью данного учебного пособия «Планирование и прогнозирование деятельности предприятия» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков решения прикладных задач в области прогнозирования и планирования отдельных экономических систем.

Студенты должны изучить различные методики планирования и прогнозирования; уметь проводить плановые и прогнозныe расчеты деятельности предприятия; владеть практическими навыками выполнения различных технико-экономических расчетов в области прогнозирования и планирования.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- освоить сущность прогнозирования и планирования, его формы и особенности;
- овладеть методами прогнозирования и планирования;
- приобрести умения и навыки проведения плановых и прогнозных расчетов по различным направлениям;
- уметь анализировать результаты прогнозных расчетов и определять степень их достоверности, разрабатывать рекомендации по достижению целей.

Данное учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Менеджмент» всех форм обучения и имеет целью формирование у студентов навыков решения управленческих задач на основе использования методов прогнозирования и планирования.

Учебное пособие содержит теоретические материалы, изложенные по темам, задачи с примерами их решения, а также предложены задачи для самостоятельного решения.

Раздел I. Методы прогнозирования

Тема 1. Метод экспертных оценок

Во многих практических задачах объект исследования оценивается не одним, а несколькими показателями (критериями). Например, при выборе оборудования учитывают его стоимость, надёжность, производительность и другие параметры. Поэтому возникает задача определения наиболее эффективного решения из совокупности возможных альтернатив на основе их многокритериальной оценки. Решение данной задачи предусматривает реализацию следующих этапов.

1. Отбор показателей, характеризующих объект исследования (как правило, система показателей формируется на основе экспертных оценок).

2. Определение предельных значений показателей. Если в альтернативном варианте один из показателей выходит за рамки предельных значений, то вне зависимости от значений других показателей данный вариант исключается.

3. Оценка экспертами значимости показателей и определение весовых коэффициентов.

4. Выбор целевой функции и расчёт её значений для альтернативных вариантов.

5. Определение эффективного варианта решения.

Чаще всего в качестве целевой функции для оценки альтернативных вариантов решений используется аддитивная (линейная) свертка критериев:

$$I = \sum_{i=1}^n v_i \cdot f_i \rightarrow \max, \text{ или } \min,$$

где v_i - весовой коэффициент, характеризующий значимость показателя f_i ;
 f_i - значение i - го показателя.

Численные значения v_i определяются экспертами, при этом, желательно соблюдение следующего условия:

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1.$$

Если критерии f_1, f_2, \dots, f_n имеют различные единицы измерения, то их необходимо привести к единому безразмерному масштабу.

Пример По мнению экспертов, основными показателями экономического и социального развития региона являются:

- валовый внутренний (региональный) продукт;
- уровень безработицы;
- среднемесячная заработная плата.

Экспертная оценка значимости критериев по десятибалльной шкале представлена в таблице 1.

Руководству региона предложено три целевые программы развития региона, направленные на первоочередное финансирование:

Агропромышленного комплекса;

Здравоохранения и образования;

Жилищного строительства.

Ожидаемые значения основных показателей, получаемые при реализации рассматриваемых целевых программ, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Валовый продукт	Уровень безработицы	Среднемесячная заработная плата
1	10	5	6
2	9	6	7
3	8	4	8
Средняя арифметическая оценка	9	5	7

Необходимо определить наиболее целесообразную программу развития региона.

Таблица 2 – Ожидаемые значения основных социально-экономических показателей развития региона

Целевая Программа	Значение показателей		
	Валовый продукт, млрд.руб.	Уровень безработицы, %	Среднемесячная заработная плата, руб.
1	20	4	10000
2	30	8	12000
3	25	6	12000

Решение:

Значения весовых коэффициентов рассчитаем по формуле:

$$v_i = \frac{\bar{x}_i}{\sum \bar{x}_i},$$

здесь \bar{x}_i - средняя арифметическая оценка значимости i -го показателя.

Значения весовых коэффициентов, рассчитанные на основе результатов экспертных оценок (табл.1.1), равны:

$$v_1 = \frac{9}{9 + 5 + 7} = 0,43; \quad v_2 = \frac{5}{9 + 5 + 7} = 0,24; \quad v_3 = \frac{7}{9 + 5 + 7} = 0,33.$$

Так как рост валового продукта и заработной платы улучшает социально-экономическое положение в регионе, а рост безработицы, наоборот, ухудшает уровень жизни населения, то целевая функция будет иметь следующий вид:

$$I = 0,43 f_1 - 0,24 f_2 + 0,33 f_3 \rightarrow \max .$$

Так как показатели имеют разную размерность, приведем их к единому безразмерному масштабу, для чего разделим значение каждого показателя на максимальное значение в столбце:

$$F = \begin{vmatrix} 20/30 & 4/8 & 10000/12000 \\ 30/30 & 8/8 & 12000/12000 \\ 25/30 & 6/8 & 12000/12000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,67 & 0,5 & 0,83 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,83 & 0,75 & 1 \end{vmatrix} .$$

Подставив полученные значения показателей, рассчитаем альтернативные значения целевой функции:

$$\begin{cases} I_1 = 0,43 \cdot 0,67 - 0,24 \cdot 0,5 + 0,33 \cdot 0,83 = 0,442; \\ I_2 = 0,43 \cdot 1 - 0,24 \cdot 1 + 0,33 \cdot 1 = 0,52; \\ I_3 = 0,43 \cdot 0,67 - 0,24 \cdot 0,75 + 0,33 \cdot 1 = 0,438. \end{cases}$$

Максимальное значение целевой функции соответствует второй программе. Следовательно, реализация данной программы наиболее целесообразна.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. В качестве показателей, характеризующих студенческие научные работы, были выбраны следующие:

- оценка за презентацию работы;
- оценка научной новизны;
- оценка за логичность и обоснованность положений, изложенных в работе.

Экспертная оценка значимости показателей по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Презентация работы	Научная новизна	Логичность и обоснованность работы
1	5	7	9
2	6	9	10
3	4	8	8

Оценка показателей, характеризующих научные работы студентов по 10-ти балльной шкале, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих научные работы студентов

Автор работы	Значение показателей		
	Презентация работы	Научная новизна	Логичность и обоснованность работы
Иванова С.И.	8	8	9
Леонидов П.А.	5	9	10
Сергеев А.П.	10	5	8

Определите автора лучшей студенческой научной работы.

Задача 2. Предприниматель, принимая решение об открытии бизнеса в определённой сфере деятельности, рассматривает следующие альтернативные варианты:

- А) производство мебели из натуральной древесины;
- Б) оказание услуг по ремонту бытовой техники;
- В) оказание услуг по ремонту автомобилей.

Эксперты считают, что показателями, характеризующими перспективность развития бизнеса в той или иной сфере предпринимательской деятельности, являются ёмкость рынка, наличие конкуренции на рынке, размер первоначальных инвестиций в бизнес.

Экспертная оценка значимости критериев по десятибалльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Ёмкость рынка	Наличие конкуренции на рынке	Размер первоначальных инвестиций
1	6	7	8
2	7	8	9
3	8	9	10

Критерии балльной оценки конкуренции следующие: слабая – 1 б.; умеренная – 2б.; существенная – 3б.; очень сильная – 4б. Показатели, характеризующие перспективность развития бизнеса в рассматриваемых сферах предпринимательской деятельности приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели, характеризующие перспективность развития бизнеса

Бизнес	Значение показателей		
	Ёмкость рынка, млн.руб.	Наличие конкуренции на рынке	Размер первоначальных инвестиций, млн.руб.
А	1000	Слабая	2
Б	700	Умеренная	1,2
В	1500	Существенная	3,5

Определите наиболее перспективную сферу деятельности.

Задача 3. По мнению экспертов, основными показателями производственно-хозяйственной деятельности (ПХД) предприятия являются:

- рентабельность;
- рост объёма производства продукции;
- средний размер заработной платы работников предприятия.

Экспертная оценка значимости показателей по десятибалльной шкале представлена в таблице 1.

Руководство предприятия рассматривает три программы развития предприятия:

- Расширение парка автотранспортных средств;
- Расширение ассортимента выпускаемой продукции;
- Улучшение социального обеспечения работников предприятия.

Ожидаемые значения основных показателей ПХД предприятия, получаемые после реализации рассматриваемых программ, приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Рентабельность	Объем производства	Размер заработной платы
1	9	6	4
2	8	8	6
3	7	7	5

Таблица 2 – Ожидаемые значения основных показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Программа	Значение показателей		
	Рентабельность, %	Объем производства, млн. руб.	Средняя заработная плата, руб.
1	45	450	12000
2	25	700	14000
3	30	550	18000

Необходимо определить наиболее целесообразную программу развития предприятия.

Задача 4. В качестве показателей, характеризующих производственный потенциал предприятия, эксперты предложили использовать следующие:

- численность работников, чел.;
- объём выпускаемой продукции, руб.;
- количество различных наименований продукции, выпускаемой предприятием (ассортимент), шт.;
- рентабельность производственно-хозяйственной деятельности, %.

Экспертная оценка значимости показателей по 10-балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель			
	Численность работников	Объем выпускаемой продукции	Ассортимент продукции	Рентабельность
1	8	9	7	10
2	9	9	7	10
3	7	8	7	9

Показатели, характеризующие производственный потенциал предприятий, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих производственный потенциал предприятий

Предприятие	Значение показателей			
	Численность работников, чел.	Объем выпускаемой продукции, тыс. руб.	Ассортимент продукции, шт.	Рентабельность, %
ООО «Восход»	80	200000	20	40
ОАО «Знамя»	120	300000	25	15
ООО «Полимер»	150	250000	15	25

Определите предприятие, имеющее наибольший производственный потенциал.

Задача 5. Сельскохозяйственное предприятие СПК «Пересвет» намерено приобрести сельскохозяйственную машину для выполнения определённой технологической операции по производству продукции. На рынке сельскохозяйственных машин, выполняющих данную технологическую операцию с одинаковой производительностью, представлены машины трех производителей. Эксперты считают, что показателями, характеризующими экономические и эксплуатационные параметры машин, являются следующие:

- цена машины, руб.;
- масса машины, кг.;
- коэффициент надежности (вероятность безотказной работы машины в течение года).

Экспертная оценка значимости показателей по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Цена	Масса	Надежность
1	8	7	9
2	7	6	10
3	6	5	8

Показатели, характеризующие параметры сельскохозяйственных машин разных производителей, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих параметры машин

Производитель	Значение показателей		
	Цена, руб.	Масса, кг.	Надежность.
ООО «Заря»	300000	150	0,8
ООО «Росток»	250000	170	0,7
ООО «Вымпел»	200000	180	0,6

Машину какого производителя, согласно экспертной оценке, целесообразно приобрести СПК «Пересвет».

Задача 6. В качестве показателей, характеризующих уровень квалификации специалиста, эксперты указали следующие:

- стаж работы;
- умение и навыки работы на ПК;
- уровень теоретической подготовки специалиста (определяется по среднему баллу диплома специалиста).

Экспертная оценка значимости показателей по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Стаж работы	Навыки работы на ПК	Средний балл диплома
1	6	7	9
2	7	8	8
3	5	6	7

Критерии оценки стажа работы и навыков работы на ПК приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценки стажа и навыков работы на ПК

Балл	Показатель	
	Стаж работы	Навыки работы на ПК
0	-	Нет опыта
1	1-5 лет	Умение работать в Word
2	5-10 лет	Уверенный пользователь ПК
3	10 лет и более	Уверенный пользователь со знанием иностранного языка

Показатели, характеризующие специалистов, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели, характеризующие специалистов предприятия

Специалист	Показатель		
	Стаж работы	Навыки работы на ПК	Средний балл диплома
Иванов А.П.	4	Уверенный пользователь со знанием иностранного языка	4,3
Петров И.С.	12	Уверенный пользователь ПК	3,6
Федорова О.А.	11	Умение работать в Word	4,5

Определите лучшего специалиста.

Задача 7. С целью стимулирования работы коллективов кафедр ректоратом института учреждена премия кафедре, показавшей за отчётный период лучший результат работы. В качестве показателей, характеризующих работу коллективов кафедр института, эксперты выделили следующие:

- число защит диссертаций;
- объём выполненной научно-исследовательской работы (НИР);
- число опубликованных монографий, учебников и учебных пособий.

Экспертная оценка значимости показателей по 100 балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Число защит диссертаций	Объём НИР	Число публикаций
1	100	70	60
2	90	80	50
3	80	60	40

Показатели, характеризующие результаты работы кафедр представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих работу кафедр

Кафедра	Значение показателей		
	Число защит диссертаций, шт.	Объём НИР, тыс. руб.	Число публикаций, шт.
Системного анализа	2	1000	20
Маркетинга	1	1300	30
Логистики	0	1500	40

Определите, какая кафедра должна получить премию.

Задача 8. Деканат принял решение о поощрении лучшего студента факультета ценным подарком. В качестве показателей, характеризующих учебную и общественную деятельность студентов, были выбраны следующие:

- средний балл по учебным дисциплинам, сданным в ходе текущей сессии;
- участие в спортивных и культурно-массовых мероприятиях, проводимых на факультете (спортивные соревнования, студенческие капустники, и т.д.);
- участие в общественных работах (уборка и озеленение территории, ремонт помещений и мебели, и т.п.).

Экспертная оценка значимости показателей по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Средний балл по учебным дисциплинам	Участие в спортивных и культурно-массовых мероприятиях	Участие в общественных работах
1	10	9	8
2	9	7	7
3	8	8	8

Оценка учебной и общественной работы студентов по 5-ти балльной шкале представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих учебную и общественную работу студентов

Студент	Значение показателей		
	Средний балл по учебным дисциплинам	Участие в спортивных и культурно-массовых мероприятиях	Участие в общественных работах
Карасева А.И.	4,5	4,5	5
Воробьева Е.С.	4,8	5	3,5
Рогов М.П.	5	4	4

Определите лучшего студента факультета.

Задача 9. По мнению экспертов, основными показателями, характеризующими работу предприятий общественного питания, являются:

- средняя стоимость чека;
- среднее время обслуживания клиента;
- вкусовые качества предлагаемых блюд.

Экспертная оценка значимости показателей по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Показатель		
	Средняя стоимость чека	Среднее время обслуживания	Вкусовые качества блюд
1	9	7	10
2	8	7	9
3	7	4	8

Значения показателей «средняя стоимость чека» и «среднее время обслуживания», а также экспертная оценка вкусовых качеств блюд по 10-ти балльной шкале представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей, характеризующих работу предприятий общественного питания

Предприятие	Значение показателей		
	Средняя стоимость чека, руб.	Среднее время обслуживания, мин.	Вкусовые качества блюд, балл
ООО «Общепит»	90	10	6
ООО «Столовая №10»	70	15	6
ООО «Прима»	120	10	8

Где, по мнению экспертов, предпочтительнее обедать?

Задача 10. В качестве основных предметов, формирующих уровень знаний выпускников школ, экспертами были выбраны: математика, физика, русский язык, обществознание. Экспертная оценка значимости предметов по 10-ти балльной шкале представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспертной оценки

Эксперт	Предмет			
	Математика	Физика	Русский язык	Обществознание
1	10	8	6	6
2	10	9	7	6
3	9	10	8	7

Средние баллы по предметам, полученные школьниками в ходе тестирования по школам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты тестирования по пятибалльной шкале

Школа	Предмет			
	Математика	Физика	Русский язык	Обществознание
1	4,4	4	3,5	4
2	4	4,2	3,7	4,1
3	3,7	3,3	4,6	4,5

Определите, какая школа, согласно экспертной оценке, обеспечивает наиболее высокий уровень подготовки школьников.

Тема 2. Методы экстраполяции (аппроксимация динамического ряда аналитическими функциями)

Экстраполяция (распространение прошлых и настоящих закономерностей на будущее) является наиболее распространённым методом краткосрочного прогнозирования экономических явлений.

При использовании методов экстраполяции исходят из предположения, что динамика развития объекта прогнозирования, отмеченная за последние годы, сохранится также и на ближайшую перспективу.

Наиболее информативным, но и более трудоёмким методом экстраполяции является аппроксимация динамического ряда аналитическими функциями. При аппроксимации динамического ряда аналитическими функциями предполагается, что для прогнозирования будет использована функция, адекватно описывающая динамику развития объекта прогнозирования. Чаще всего для аппроксимации используются:

линейная функция $y = a + b\tau$;

парабола $y = a + b\tau + c\tau^2$;

гипербола $y = a + \frac{b}{\tau}$;

логарифмическая функция $y = a + b \ln \tau$;

экспоненциальная функция $y = ae^{b\tau}$.

Каждая функция имеет свою сферу применения. Например, линейная функция используется для описания равномерно развивающихся процессов, а гипербола хорошо описывает процессы, для которых характерно насыщение рынка.

Для определения значений эмпирических коэффициентов a , b и c обычно используется метод наименьших квадратов. Суть данного метода заключается в определении таких значений эмпирических коэффициентов, которые минимизируют сумму квадратов отклонений расчётных и фактических значений динамического ряда:

$$f = \sum_{\tau=1}^n (y_{p\tau} - y_{\phi\tau})^2 \rightarrow \min ,$$

где $y_{p\tau}$ и $y_{\phi\tau}$ - расчётные и фактические значения;

n - число наблюдений.

Так для линейной функции имеем:

$$f = \sum_{\tau=1}^n (a + b\tau - y_{\phi\tau})^2 \rightarrow \min .$$

Известно, что функция имеет экстремум, если её производная равна нулю. Дифференцируя функцию по искомым переменным и приравнявая

производную нулю, получаем систему линейных уравнений, решая которую найдём неизвестные эмпирические коэффициенты:

$$\begin{cases} \frac{df}{da} = \sum_{\tau=1}^n 2(a + b\tau - y_{\phi\tau}) = 0; \\ \frac{df}{db} = \sum_{\tau=1}^n 2(a + b\tau - y_{\phi\tau})\tau = 0, \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} na + b\sum_{\tau=1}^n \tau = \sum_{\tau=1}^n y_{\phi\tau}; \\ a\sum_{\tau=1}^n \tau + b\sum_{\tau=1}^n \tau^2 = \sum_{\tau=1}^n y_{\phi\tau}\tau. \end{cases}$$

При прогнозировании исследуемого процесса в аналитическую зависимость подставляют вместо параметра τ порядковый номер следующего прогнозного периода и получают точечное значение прогнозируемого параметра. Так как прогнозируемые процессы носят вероятностный характер, то помимо точечного прогноза, как правило, определяют границы возможного изменения прогнозируемого показателя – доверительные интервалы. Ширину доверительного интервала рассчитывают по формуле:

$$\Delta = t_{\alpha}\sigma_y,$$

где t_{α} - коэффициент доверия по распределению Стьюдента, выбирается в соответствии с принятым уровнем доверительной вероятности (табл. 1); σ_y - среднее квадратическое отклонение от тренда:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_{p\tau} - y_{\phi\tau})^2}{n}}.$$

Таблица 1 – Значения коэффициента доверия по распределению Стьюдента

Уровень доверительной вероятности, α	0,683	0,95	0,99	0,997
Коэффициент доверия, t_{α}	1	1,96	2,576	3

Пример 1 Данные об объеме реализации автомобилей фирмой «Шумахер» за пять лет приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем продаж автомобилей фирмой «ABC»

Порядковый номер	1	2	3	4	5
Год	2019	2020	2021	2022	2023
Количество проданных автомобилей, шт.	1280	1350	1480	1550	1660

Необходимо составить прогноз объемов продаж на 2024 год, используя линейную и параболическую функции.

Решение:

Результаты предварительных расчётов сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Предварительные расчеты эмпирических коэффициентов

Год	τ	τ^2	τ^3	τ^4	$y_{ф\tau}$	$\tau y_{ф\tau}$	$\tau^2 y_{ф\tau}$
2019	1	1	1	1	1280	1280	1280
2020	2	4	8	16	1350	2700	5400
2021	3	9	27	81	1480	4440	13320
2022	4	16	64	256	1550	6200	24800
2023	5	25	125	625	1660	8300	41500
Сумма	15	55	225	979	7320	22920	86300

Решая систему уравнений для определения параметров линейной функции:

$$\begin{cases} 5a + 15b = 7320; \\ 15a + 55b = 22920, \end{cases} \text{ получаем: } a = 1176, \quad b = 96.$$

Линейная функция, аппроксимирующая динамический ряд, имеет следующий вид:

$$y = 1176 + 96\tau.$$

Соответственно, прогноз продаж автомобилей на 2006 год:

$$y = 1176 + 96 \cdot 6 = 1752.$$

Результаты предварительных расчётов среднего квадратического отклонения сведём в таблицу 3.

Среднее квадратическое отклонение от линейного тренда:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{760}{5}} = 12,4.$$

Ширина доверительного интервала (при $\alpha = 0,95$):

$$\Delta = 2 \cdot 12,4 = 24,8.$$

Интервальный прогноз: $y = 1752 \pm 24,8$ или $1727 \leq y \leq 1777$.

Таблица 3 – Предварительные расчеты среднего квадратического отклонения от линейного тренда

№	Год	Количество проданных автомобилей, шт., $y_{ф\tau}$	Вид уравнения	
			$y = 1176 + 96\tau$	
			y	$(y - y_{ф\tau})^2$
1	2019	1280	1272	64
2	2020	1350	1368	324
3	2021	1480	1464	256
4	2022	1550	1560	100
5	2023	1660	1656	16
		Σ		760

Для параболы $y = a + b\tau + c\tau^2$ система уравнений, решая которую необходимо определить коэффициенты a , b и c , имеет вид:

$$\begin{cases} na + b\sum_{\tau=1}^n \tau + c\sum_{\tau=1}^n \tau^2 = \sum_{\tau=1}^n y_{\phi\tau}; \\ a\sum_{\tau=1}^n \tau + b\sum_{\tau=1}^n \tau^2 + c\sum_{\tau=1}^n \tau^3 = \sum_{\tau=1}^n \tau y_{\phi\tau}; \\ a\sum_{\tau=1}^n \tau^2 + b\sum_{\tau=1}^n \tau^3 + c\sum_{\tau=1}^n \tau^4 = \sum_{\tau=1}^n \tau^2 y_{\phi\tau}. \end{cases}$$

После подстановки расчётных значений имеем:

$$\begin{cases} 5a + 15b + 55c = 7320; \\ 15a + 55b + 225c = 22920; \\ 55a + 225b + 979c = 86300. \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, получаем:

$$a = 1186, \quad b = 87,43, \quad c = 1,43.$$

Парабола, аппроксимирующая динамический ряд, имеет следующий вид:

$$y = 1186 + 87,43\tau + 1,43\tau^2 = 1762.$$

Соответственно, прогноз продаж автомобилей на 2006 год:

$$y = 1186 + 87,43 \cdot 6 + 1,43 \cdot 6^2 = 1762.$$

Результаты предварительных расчетов среднего квадратического отклонения сведём в таблицу 4.

Таблица 4 – Предварительные расчеты среднего квадратического отклонения от параболического тренда

№	Год	Количество проданных автомобилей, шт., $y_{\phi\tau}$	Вид уравнения	
			$y = 1186 + 87,43\tau + 1,43\tau^2$	
			y	$(y - y_{\phi\tau})^2$
1	2019	1280	1274,9	26
2	2020	1350	1366,6	275,6
3	2021	1480	1461,2	353,4
4	2022	1550	1558,6	74
5	2023	1660	1658,9	1,2
	2024	Σ		730,2

Среднее квадратическое отклонение от параболического тренда:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{730,2}{5}} = 12.$$

Ширина доверительного интервала (при $\alpha = 0,95$): $\Delta = 2 \cdot 12 = 24$.

Интервальный прогноз: $y = 1762 \pm 24$ или $1738 \leq y \leq 1786$.

Таким образом, прогноз на 2024 год, при аппроксимации предложенного динамического ряда линейной функцией, будет иметь следующий вид: $y = 1752 \pm 24,8$, а при аппроксимации параболической функцией: $y = 1762 \pm 24$.

Другим типом задач, решаемых с помощью аппроксимации, являются задачи определения рациональных сроков эксплуатации исследуемых объектов.

Пример 2 В таблице представлены данные об объеме отгруженной продукции предприятием «Стил-Прайм» за 2023 год.

Таблица 1 – Динамика отгруженной продукции, млн. руб.

Январь	Февраль	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
33,5	33,5	33,5	35,0	34,0	34,2	34,5	38,0	38,2	38,2	38,5

Необходимо составить интервальный прогноз объёмов отгруженной продукции на первые три месяца 2024 года, используя экспоненциальную функцию. Используя данную функцию рассчитайте ошибку аппроксимации и, оцените качество прогноза.

Решение:

Средствами Excel получаем следующие результаты (рисунок 1)



Рисунок 1 – Уравнение тренда объема отгруженной продукции

Расчётные значения точечного прогноза и ошибки аппроксимации представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Прогнозные значения объема отгруженной продукции на основе экспоненциальной функции

Месяц	Объем отгруженной продукции, млн. руб.	t	Прогноз
январь	33,5	1	33,37645
февраль	33,5	2	33,77665
март	37,5	3	34,18164
апрель	33,5	4	34,59149
май	35	5	35,00625
июнь	34	6	35,42599
июль	34,2	7	35,85076
август	34,5	8	36,28062
сентябрь	38	9	36,71564
октябрь	38,2	10	37,15587
ноябрь	38,2	11	37,60138
декабрь	38,5	12	38,05224
январь		13	38,5085
февраль		14	38,97023
март		15	39,43749

Интервальные значения рассчитаем, используя следующий математический аппарат:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p}} = 2,35 = 1,53$$

$$\hat{y}_i - \sigma_t * t \leq \hat{y}_{\text{прогн}} \leq \hat{y}_i + \sigma_t * t$$

$$\text{при } P=0,95 \quad t=2$$

Интервальный прогноз равен:

$$\begin{aligned} 41,5 &\leq \hat{y}_{\text{январь}} \leq 35,5 \\ 41,9 &\leq \hat{y}_{\text{февраль}} \leq 35,9 \\ 42,4 &\leq \hat{y}_{\text{март}} \leq 36,4 \end{aligned}$$

Оценка качества прогноза проводится на основании относительной ошибки аппроксимации по формуле

$$\xi_{\%} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{\phi i} - y_{pi}|}{y_{\phi i}} 100\%$$

В таблице 3 отражены расчеты ошибки аппроксимации

Таблица 3 – Расчётные значения ошибки прогноза

Месяц	Объем отгруженной продукции, млн. руб.	t	Прогноз	$ y_{\phi i} - y_{pi} $
				$y_{\phi i}$
Январь	33,5	1	33,37645	0,003688
Февраль	33,5	2	33,77665	0,008258
Март	37,5	3	34,18164	0,08849
Апрель	33,5	4	34,59149	0,032582
Май	35,0	5	35,00625	0,000179
Июнь	34,0	6	35,42599	0,041941
Июль	34,2	7	35,85076	0,048268
Август	34,5	8	36,28062	0,051612
Сентябрь	38,0	9	36,71564	0,033799
Октябрь	38,2	10	37,15587	0,027333
Ноябрь	38,2	11	37,60138	0,015671
Декабрь	38,5	12	38,05224	0,01163
Сумма				0,36345
Февраль		14	38,97023	0,030288
Март		15	39,43749	3,028751

$$\bar{\xi} = \frac{0,36345}{12} * 100\% = 3,03\%$$

Значение ошибки аппроксимации составляет 3%, что говорит о хорошем качестве модели. Из чего следует, что полученные прогнозные значения имеют высокую точность.

Пример 3 В таблице приведены показатели, характеризующие состояние водопроводных сетей города Пскова. Анализ данных показателей позволяет сделать вывод, что с ростом срока службы водопроводных сетей увеличивается количество аварий, растут объемы утечек воды по причине изношенности.

Таблица 1 – Состояние сетей водопровода

Параметры	Срок эксплуатации водопроводных сетей, лет					
	до 15	15-19	20-24	25-29	30-34	Старше 34
1	2	3	4	5	6	7
Протяжённость, км	52,9	63,1	62,3	36	33,8	31,6
Количество аварий на 1 км, шт.	0,9	0,8	1,4	1,9	2,5	3,2
Процент потерь в связи с износом, %	5	10	15	22	30	40
Потери от утечки воды, тыс.руб. на 1км сетей	22,161	44,322	66,483	97,508	132,966	177,28

1	2	3	4	5	6	7
Затраты на аварийно-восстан. работы, тыс. руб.	6,1	16,24	28,42	38,57	50,75	64,96
Общие затраты на 1 км сетей тыс.руб.	28,261	60,562	94,903	136,078	183,716	242,24

Необходимо определить рациональный срок службы сетей, если единовременные затраты на замену 1 км водопровода составляют 1400 тыс. руб., а нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений $E_n = 0,15$.

Решение:

Условием для определения рационального срока службы сетей будем считать равенство потерь, связанных с износом сетей и приведенных единовременных затрат на их замену:

$$Z_n + Z_a = Z_k \cdot E_n,$$

где Z_n - потери, связанные с утечкой воды;

Z_a - затраты на аварийно-восстановительные работы;

Z_k - единовременные затраты на замену участка водопровода.

Аппроксимируем зависимость общих потерь, связанных с износом водопроводных сетей параболической зависимостью:

$$Z_0 = Z_n + Z_a = a + b \cdot t + c \cdot t^2,$$

здесь t - нормированный срок эксплуатации водопровода, единица которого соответствует периоду 5 лет.

Результаты предварительных расчетов эмпирических коэффициентов сведём в таблицу

Таблица 2 – Расчет эмпирических коэффициентов

Срок, лет	τ	τ^2	τ^3	τ^4	$y_{\phi\tau}$	$\tau y_{\phi\tau}$	$\tau^2 y_{\phi\tau}$
до 15	1	1	1	1	28,26	28,26	28,26
15-19	2	4	8	16	60,56	121,12	242,24
20-24	3	9	27	81	94,9	284,7	854,1
25-29	4	16	64	256	136,1	544,4	2177,6
30-34	5	25	125	625	183,7	918,5	4592,5
Старше 35	6	36	216	1296	242,25	1453,5	8721
Сумма	21	91	441	2275	745,77	3350,48	16615,7

Система уравнений, решая которую определим эмпирические коэффициенты параболической функции, имеет вид:

$$\begin{cases} n \cdot a + b \cdot \sum t + c \cdot \sum t^2 = \sum y; \\ a \cdot \sum t + b \cdot \sum t^2 + c \cdot \sum t^3 = \sum y \cdot t; \\ a \cdot \sum t^2 + b \cdot \sum t^3 + c \cdot \sum t^4 = \sum y \cdot t^2. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 6 \cdot a + 21 \cdot b + 91 \cdot c = 745,77 / : 6; \\ 21 \cdot a + 91 \cdot b + 441 \cdot c = 3350,5 / : 21; \\ 91 \cdot a + 441 \cdot b + 2275 \cdot c = 16615,7 / : 91. \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a + 3,5 \cdot b + 15,17 \cdot c = 124,3; \\ a + 4,33 \cdot b + 21 \cdot c = 159,55; \\ a + 4,85 \cdot b + 25 \cdot c = 182,59. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a + 3,5 \cdot b + 15,17 \cdot c = 124,3; \\ 0,833 \cdot b + 5,83 \cdot c = 35,25 / : 0,833; \\ 1,35 \cdot b + 9,83 \cdot c = 58,3 / : 1,35. \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a = 124,3 - 3,5 \cdot b - 15,17 \cdot c; \\ b + 7 \cdot c = 42,3; \\ b + 7,3 \cdot c = 43,3. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 124,3 - 3,5 \cdot b - 15,17 \cdot c; \\ b + 7 \cdot c = 42,3; \\ 0,3 \cdot c = 1. \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a = 124,3 - 3,5 \cdot b - 15,17 \cdot c; \\ b = 42,3 - 7 \cdot c; \\ c = 1 : 0,3. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 124,3 - 3,5 \cdot 19,266 - 15,17 \cdot 3,29 = 6,953; \\ b = 42,3 - 7 \cdot 3,29 = 19,266; \\ c = 3,29. \end{cases}$$

Таким образом, зависимость общих потерь от срока службы сетей имеет следующий вид:

$$Z_o = 6,953 + 19,266 \cdot t + 3,29 \cdot t^2.$$

Рациональный срок службы трубопровода определим из уравнения:

$$6,953 + 19,266 \cdot t + 3,29 \cdot t^2 = 1400 \cdot 0,15.$$

Решая данное уравнение, получаем: $t = 5,46$.

Учитывая, что интервал между периодами составляет 5 лет, получим величину рационального срока службы: $\tau = 32,5 + 0,46 \cdot 5 = 34,8$ лет (32,5 – середина интервала срока службы 30-34).

Таким образом, целесообразно заменить 31,6 км водопроводных сетей.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. В таблице 1 приведены данные об изменении среднемесячной начисленной заработной платы работников и выручки одного из предприятий. Используя линейную функцию, составьте прогноз размера средней заработной платы и выручки на ближайшую перспективу.

Таблица 1 – Динамика среднемесячной заработной платы и выручки предприятия

Показатель	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Среднемесячная начисленная заработная плата, тыс. руб.	37,4	45,5	63,3	67,4	72,2
Выручка, млн. руб.	19,2	23,6	22,6	26,4	31,9

Сделайте выводы.

Задача 2. В таблице 2 приведены данные о наличии собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения одного из регионов России. Используя линейную функцию, составьте прогноз количества легковых автомобилей у жителей данного региона на 2024 год.

Таблица 2 – Наличие собственных легковых автомобилей у жителей региона N на 1000 человек

Год	2019	2020	2021	2022	2023
Число легковых автомобилей на 1000 человек, шт.	130,9	148,7	175,5	185,3	202,3

Прогноз численности населения региона N на 2024 год - 679 тысяч человек.

Задача 3. В таблице 3 приведены данные об экспорте чёрных металлов и меди одного из предприятий. Используя средний абсолютный прирост и средний коэффициент роста, постройте прогноз экспорта чёрных металлов и меди на ближайшие два года.

Таблица 3 – Экспорт чёрных металлов и меди ООО «Металл»

Продукция	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Чёрные металлы, млн. долл.	16965	18698	18904	22435	30612
Медь, тыс. тонн	340	311	271	286	206

Сделайте выводы.

Задача 4. Определите рациональный срок службы оборудования, цена которого 1,5 млн. руб., годовая загрузка 1000 часов. Затраты на ремонт и обслуживание оборудования приведены в таблице. Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений $E_n = 0,15$.

Таблица 4 – Затраты на ремонт и обслуживание оборудования, руб./час работы

Срок службы, лет	5	10	15	20	25
Затраты на ремонт и обслуживание оборудования	20	50	90	140	210

Задача 5. В таблице 5 представлены данные о выручке предприятия «ПРИНТ»

Таблица 5 – Динамика выручки предприятия «ПРИНТ», тыс. руб.

Годы	Выручка, тыс. руб.
2012	14818
2013	16736
2014	20878
2015	22539
2016	28678
2017	23854
2018	25807
2019	26276
2020	40082
2021	54609
2022	56213
2023	59438

Необходимо составить интервальный прогноз выручки на предстоящие три года, используя полином 2 степени в качестве уравнения тренда. Рассчитайте ошибку аппроксимации и оцените качество прогноза на основании данной модели тренда.

Тема 3. Прогнозирование деятельности предприятия на основе скользящей средней

Метод скользящих средних является одним из широко известных методов сглаживания временных рядов. Применяя этот метод, можно элиминировать случайные колебания и получить значения, соответствующие влиянию главных факторов.

Сглаживание с помощью скользящих средних основано на том, что в средних величинах взаимно погашаются случайные отклонения. Это происходит вследствие замены первоначальных уровней временного ряда средней арифметической величиной внутри выбранного интервала времени.

При сглаживании временного ряда скользящими средними в расчетах участвуют все уровни ряда. Чем шире интервал сглаживания, тем более плавным получается тренд. Сглаженный ряд короче первоначального на $(n-1)$ наблюдений, где n – величина интервала сглаживания. При больших значениях n колеблемость сглаженного ряда значительно снижается. Одновременно заметно сокращается количество наблюдений, что создает трудности.

Выбор интервала сглаживания зависит от целей исследования. При этом следует руководствоваться тем, в какой период времени происходит действие, а следовательно, и устранение влияния случайных факторов.

Данный метод используется при краткосрочном прогнозировании. Его рабочая формула:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + \frac{1}{n} * (y_t - y_{t-1})$$

где $t + 1$ – прогнозный период; t – период, предшествующий прогнозному периоду (год, месяц и т.д.); y_{t+1} – прогнозируемый показатель; m_{t-1} – скользящая средняя за два периода до прогнозного; n – число уровней, входящих в интервал сглаживания; y_t – фактическое значение исследуемого явления за предшествующий период; y_{t-1} – фактическое значение исследуемого явления за два периода, предшествующих прогнозному.

Пример Имеются данные, характеризующие чистую прибыль предприятия, млн. руб.

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2,99	2,66	2,63	2,56	2,40	2,22	1,97	1,72	1,56	1,42

- Постройте прогноз чистой прибыли предприятия на ноябрь, декабрь, месяцы, используя метод скользящей средней.
- Рассчитайте ошибку полученного прогноза при использовании данного метода.
- Сделайте выводы.

Решение:

Для расчета прогнозного значения методом скользящей средней необходимо:

1. Определить величину интервала сглаживания, например равную 3 ($n = 3$).
2. Рассчитать скользящую среднюю для первых трех периодов

$$m_{\text{февр}} = \frac{y_{\text{январь}} + y_{\text{февр}} + y_{\text{март}}}{3} = \frac{2,99 + 2,66 + 2,63}{3} = 2,76$$

Полученное значение заносим в таблицу в строку взятого периода. Далее по аналогии рассчитываем m для каждых трех рядом стоящих периодов и результаты заносим в таблицу.

3. Рассчитав скользящую среднюю для всех периодов, строим прогноз на ноябрь по формуле:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + \frac{1}{n} * (y_t - y_{t-1})$$

$$Уноябрь = 1,57 + 1/3 (1,42 - 1,56) = 1,57 - 0,05 = 1,52$$

Определяем скользящую среднюю m для октября:

$$m = (1,56 + 1,42 + 1,52) / 3 = 1,5.$$

Строим прогноз на декабрь: $Удекабрь = 1,5 + 1/3 (1,52 - 1,42) = 1,53$ и т.д.

Заносим полученный результат в таблицу 1.

В колонке 4 представлены расчёты средней относительной ошибки прогноза по формуле:

$$\xi = \frac{1}{n} * \left(\sum \frac{|y_{\phi} - y_p(m)|}{y_{\phi}} \right) * 100\%$$

Таблица 1 – Результаты расчетов по данным задачи.

Месяц	Чистая прибыль предприятия, млн. руб. Уф	Скользящая средняя, m	$\frac{ y_{\phi} - y_p(m) }{y_{\phi}}$
1	2	3	4
Январь	2,99	-	
Февраль	2,66	2,76	0,038
Март	2,63	2,62	0,004
Апрель	2,56	2,53	0,012
Май	2,4	2,39	0,004
Июнь	2,22	2,20	0,009
Июль	1,97	1,97	0,000
Август	1,72	1,75	0,017
Сентябрь	1,56	1,57	0,006
Октябрь	1,42	-	
Итого			0,090
ξ			(0,090/8)*100%=1,13%
Прогноз ноябрь	1,52		
Прогноз декабрь	1,53		

Так как $\xi=1,13\%$, что намного меньше 10%, это свидетельствует о высоких прогностических свойствах нашей методики.

Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Число разработанных нанотехнологий по РФ характеризуется следующими данными

Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Всего, ед.	258	327	411	443	505	494	446	402	555	46	48

- Постройте прогноз числа нанотехнологий на 2023-2024 годы, используя метод скользящей средней.
- Рассчитайте ошибку полученного прогноза при использовании данного метода.
- Сделайте выводы.

Задача 2. На основании данных о выручке предприятия «ПРИНТ», представленных в таблице 1:

- Рассчитайте прогнозные значения выручки предприятия на предстоящие три года, используя метод скользящей средней.
- Определите ошибку полученного прогноза, оцените его точность.
- Сделайте выводы.

Таблица 1 – Динамика выручки предприятия «ПРИНТ», тыс. руб.

Годы	Выручка предприятия, тыс. руб.
2012	14818
2013	16736
2014	20878
2015	22539
2016	28678
2017	23854
2018	25807
2019	26276
2020	40082
2021	54609
2022	56213
2023	59438

Тема 4. Прогнозирование сезонных колебаний

Под сезонностью также понимают неравномерность производственной деятельности в отраслях промышленности, связанных с переработкой сырья, поступление которого зависит от времени года. Сезонные явления могут возникать из-за сезонного характера спроса на товары, производимые промышленностью, реализуемые торговлей, и т.д.

Исследование сезонности с целью разработки прогноза ставит следующие задачи:

- численно выразить проявление сезонных колебаний;
- выявить их силу и характер в условиях отдельных отраслей экономики;
- обнаружить факторы, вызывающие сезонные колебания;
- определить экономические последствия проявления сезонности.

Методика прогнозирования сезонного явления заключается в следующем:

1. Представить графически фактические значения изучаемого явления, чтобы выяснить, присутствует ли сезонная волна, выявить характер тренда.
2. Рассчитать показатели сезонности (4-квартальные суммы, 4-квартальные средние, центрированные средние, показатели сезонности).
3. Определить индексы сезонности.
4. Вычислить параметры уравнения, описывающего тренд изучаемого явления.
5. Построить прогноз и вычислить его ошибку (точность прогноза).

Пример Объемы продажи картофеля в одном из регионов по кварталам за 2019-2022 гг. (тыс. тонн) представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Динамика продаж картофеля в 2019-2022 гг

Квартал	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
1-й	17,4	18,8	19,3	18,0
2-й	15,5	13,9	18,0	13,0
3-й	23,5	22,4	29,7	24,0
4-й	19,9	19,1	26,7	20

- Постройте график исходных данных и определите наличие сезонных колебаний.
- Постройте прогноз объема продажи картофеля в области на 2023-2024гг. с разбивкой по кварталам.
- Рассчитайте ошибку прогноза.

Решение:

Работаем согласно представленному выше алгоритму:

1) Представим исходные данные графически. По оси X отложим параметр времени (годы и кварталы), а по оси Y объем продажи (тыс. тонн) (рисунок)

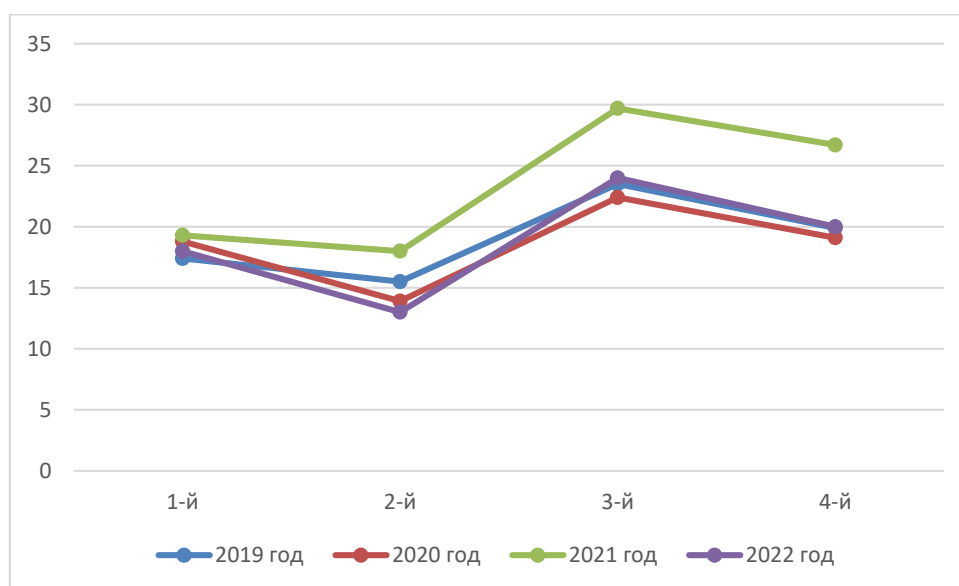


Рисунок – Сезонные колебания продажи картофеля

Из рисунка видно, что для объемов продажи картофеля имеет место наличие сезонных колебаний. Во все рассматриваемые годы максимальные объемы продаж приходились на третий квартал, а минимум – на второй.

Для расчета показателей сезонности и построения прогноза объема продажи с разбивкой по кварталам составим таблицу (см. ниже).

2) Покажем расчёт 4-уровневой центрированной скользящей средней:

4-х квартальные суммы рассчитываем суммированием $У_{\phi}$ за четыре рядом стоящие квартала, например: $17,4+15,5+23,5+19,9 = 76,3$;

$15,5+23,5+19,9+18,8 = 77,7$ и т.д.

4-х квартальные средние находим следующим образом:

$76,3/4 = 19,08$; $77,7/4 = 19,43$ и т. д. В таблице они ставятся в середину суммируемых кварталов.

Центрированные средние рассчитываем как сумму двух 4-х квартальных средних деленную на 2, например $(19,08 + 19,43)/2 = 19,26$;

$(19,43 + 19,03)/2 = 19,23$ и т.д.

3) Определяем индексы сезонности по формуле:

$$I_{\text{сезон}} = \frac{Y_{\phi}}{\text{Центр. средние}} * 100\%$$

(в таблице графу 3 разделить на графу 6 и умножить на 100).

Так, для 3 квартала 2019 г. $I_{\text{сезон}} = (23,5/ 9,26)*100 = 122,01\%$

Для 4 квартала 2019 г. $I_{\text{сезон}} = (19,9 / 19,23)*100 = 103,48\%$ и т.д.

Определяем индексы сезонности для каждого квартала (I_j). Для расчета берутся показатели сезонности, суммируются поквартально и делятся на количество суммированных значений.

Для 1 квартала $I_1 = (99,52 + 93,60 + 85,15) /3 = 92,76\%$

Для 2 квартала $I_2 = (74,53+80,07+66,36) /3 = 73,65\%$

Для 3 квартала $I_3 = (122,01+120,3+127,63) /3 = 123,31\%$

Для 4 квартала $I_4 = (103,48+99,53+118,77) /3 = 107,26\%$

4) Вычислить параметры уравнения, описывающего тренд изучаемого явления. Расчетные значения ряда y_p определим по формуле

$$y_p = a * x + b$$

коэффициенты a и b рассчитываем по известным формулам на основе метода наименьших квадратов или пользуясь инструментами EXCEL:

$$y_p = 0,2x + 18,25$$

Рассчитываем $У_p$ и вносим полученные результаты в таблицу.

5) Строим прогноз на 2023 год с разбивкой по кварталам.

$$y_{t+1} = (a * x + b) * \frac{I_{\text{сезон}}}{100}$$

$y_1 = (0,2*17+18,25)*(92,76/100) = 20,08$

$y_2 = (0,2*18+18,25)*(73,65/100) = 16,09$

$y_3 = (0,2*19+18,25)*(123,31/100) = 27,19$

$y_4 = (0,2*20+18,25)*(107,26/100) = 23,87$

Строим прогноз на 2024 год с разбивкой по кварталам.

$$y_{t+1} = (a * x + b) * \frac{I_{\text{сезон}}}{100}$$

$$y_1 = (0,2*21+18,25)*(92,76/100) = 20,82$$

$$y_2 = (0,2*22+18,25)*(73,65/100) = 16,68$$

$$y_3 = (0,2*23+18,25)*(123,31/100) = 28,18$$

$$y_4 = (0,2*24+18,25)*(107,26/100) = 24,72$$

Заносим результаты прогноза в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчётные значения согласно пунктам 2-5 алгоритма.

Год	Квартал	Объем продаж, тыс. т. Уф	4 квартальные суммы	4 квартальные средние нецентр.	Центрированные 4 квартальные средние	$I_{\text{сезон}}$	y_p	$\frac{ y_\phi - y_p }{y_\phi}$
						7	8	9
		17,4						0,23
		15,5						0,37
		23,5						0,11
		19,9						0,05
		18,8						0,10
		13,9						0,47
		22,4						0,10
		19,1						0,05
		19,3						0,03
		18,0						0,09
		29,7						0,35
		26,7						0,28
		18,0						0,06
		13,0						0,45
		24,0						0,22
		20						0,08
итого		319,2						3,03
прогноз		20,08						
		16,09						
		27,19						
		23,87						
прогноз		20,82						
		16,68						
		28,18						
		24,72						

В 9 графе таблицы представлены расчеты средней относительной ошибки прогноза по формуле:

$$\xi = \frac{1}{n} * \left(\sum \frac{|y_\phi - y_p|}{y_\phi} \right) * 100\%$$

Средняя относительная ошибка равна $\xi=(3,03/16)*100\%=18,97\%$, что говорит о хорошей точности прогноза, поскольку входит в пределы 10-20%.

Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Объемы продаж сезонного товара по кварталам за 2019-2022 гг. (тыс. тонн) представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Динамика продаж сезонного товара, тыс. руб.

Квартал	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
1-й	288 904	317 604	364 980	400 414	396 158
2-й	320 642	353 696	397 250	418 054	441 070
3-й	271180	281 498	348 964	342 118	370 426
4-й	300972	329 154	388 724	386 358	441 070

- Постройте график исходных данных и определите наличие сезонных колебаний.
- Постройте прогноз объема продажи сезонного товара на 2023-2024гг. с разбивкой по кварталам.
- Рассчитайте ошибку прогноза.

Задача 2. Имеются условные данные о перевозке грузов железнодорожным транспортом (млн т). Необходимо спрогнозировать объемы перевозок на следующие 2022-2024 гг. с учетом сезонности, а также рассчитать ошибку прогноза.

Таблица 2 – Динамика перевозки грузов железнодорожным транспортом, млн. т.

Квартал	2020	2021	2022
1-й	252,7	300,5	344,6
2-й	265,7	324,6	356,2
3-й	262,5	312,1	333,7
4-й	250,8	297,7	312,2

Тема 5. Экономико-статистическое моделирование деятельности предприятия

Экономико-статистические модели представляют собой вид моделей, описывающих с помощью уравнений регрессии зависимости между влияющими факторами и результирующим фактором. Различают

однофакторные и многофакторные модели. Многофакторные модели позволяют изучать влияние на объект прогнозирования нескольких факторов, однофакторные – одного. На практике наибольшее применение нашли экономико-статистические модели линейного вида:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + \dots + a_n \cdot X_n,$$

где Y - результирующий фактор;

a_0, a_1, \dots, a_n - эмпирические коэффициенты;

X_1, \dots, X_n - влияющие факторы.

Для определения значений эмпирических коэффициентов обычно используется метод наименьших квадратов. Рассмотрим процедуру разработки многофакторной экономико-статистической модели на следующем примере.

Пример 1 Необходимо построить экономико-статистическую модель зависимости объёма выпускаемой продукции на предприятиях, работающих в одной отрасли, от составляющих ресурсного потенциала: численности работников, оборотных и основных средств. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения показателей

Наименование предприятия	Численность работников, чел.	Основные средства, млн. руб.	Оборотные средства, млн. руб.	Объём выпускаемой продукции, млн. руб.
ООО «Конструктор»	34	20	10	60
ООО «Заря»	50	40	15	120
ООО «Механик»	45	30	10	80
ООО «Инженер»	56	50	25	140
ООО «Инноватор»	23	12	8	50
ООО «Исследователь»	15	10	6	20

Решение: При построении экономико-статистической модели будем исходить из предположения, что зависимость между результирующим фактором (объёмом выпускаемой продукции - Y) и влияющими факторами (численность работников - X_1 , основные средства - X_2 , оборотные средства - X_3) имеет линейный вид:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3.$$

Система уравнений, в результате решения которой будут определены эмпирические коэффициенты, будет следующей:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{df}{da_0} = \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 \cdot X_{1i} + a_2 \cdot X_{2i} + a_3 \cdot X_{3i} - Y_{\phi i}) = 0; \\ \frac{df}{da_1} = \sum_{i=1}^n ((a_0 + a_1 \cdot X_{1i} + a_2 \cdot X_{2i} + a_3 \cdot X_{3i} - Y_{\phi i}) \cdot X_{1i}) = 0; \\ \frac{df}{da_2} = \sum_{i=1}^n ((a_0 + a_1 \cdot X_{1i} + a_2 \cdot X_{2i} + a_3 \cdot X_{3i} - Y_{\phi i}) \cdot X_{2i}) = 0; \\ \frac{df}{da_3} = \sum_{i=1}^n ((a_0 + a_1 \cdot X_{1i} + a_2 \cdot X_{2i} + a_3 \cdot X_{3i} - Y_{\phi i}) \cdot X_{3i}) = 0, \end{array} \right.$$

или

$$\left\{ \begin{array}{l} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n X_{1i} + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n X_{2i} + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n X_{3i} - \sum_{i=1}^n Y_{\phi i} = 0; \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n X_{1i} + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n X_{1i}^2 + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{2i} \cdot X_{1i}) + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{3i} \cdot X_{1i}) - \sum_{i=1}^n (Y_{\phi i} \cdot X_{1i}) = 0; \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n X_{2i} + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{1i} \cdot X_{2i}) + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n X_{2i}^2 + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{3i} \cdot X_{2i}) - \sum_{i=1}^n (Y_{\phi i} \cdot X_{2i}) = 0; \\ a_0 \cdot \sum_{i=1}^n X_{3i} + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{1i} \cdot X_{3i}) + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{2i} \cdot X_{3i}) + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n X_{3i}^2 - \sum_{i=1}^n (Y_{\phi i} \cdot X_{3i}) = 0. \end{array} \right.$$

После подстановки результатов промежуточных расчётов в систему уравнений, имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} 6 \cdot a_0 + 223 \cdot a_1 + 162 \cdot a_2 + 74 \cdot a_3 - 470 = 0; \\ 223 \cdot a_0 + 9571 \cdot a_1 + 7256 \cdot a_2 + 3214 \cdot a_3 - 20930 = 0; \\ 162 \cdot a_0 + 7256 \cdot a_1 + 5644 \cdot a_2 + 2506 \cdot a_3 - 16200 = 0; \\ 74 \cdot a_0 + 3214 \cdot a_1 + 2506 \cdot a_2 + 1150 \cdot a_3 - 7220 = 0. \end{array} \right.$$

Можно решать данную систему уравнений аналитически, а можно воспользоваться программным продуктом EXCEL, установив «Пакет анализа». Итак, после установки «Пакета анализа» снова кликнем опцию «сервис» и выберем операцию «анализ данных». В диалоговом окне операции «анализ данных» выберем инструмент анализа «регрессия».

В строке «Входной интервал Y» укажем адреса ячеек, содержащих значения результирующего фактора - \$E\$3:\$E\$8. В строке «Входной интервал X» укажем адреса ячеек, содержащих значения влияющих факторов - \$B\$3:\$D\$8. В строке «Выходной интервал» укажем адреса ячеек, в которые будут внесены результаты расчётов.

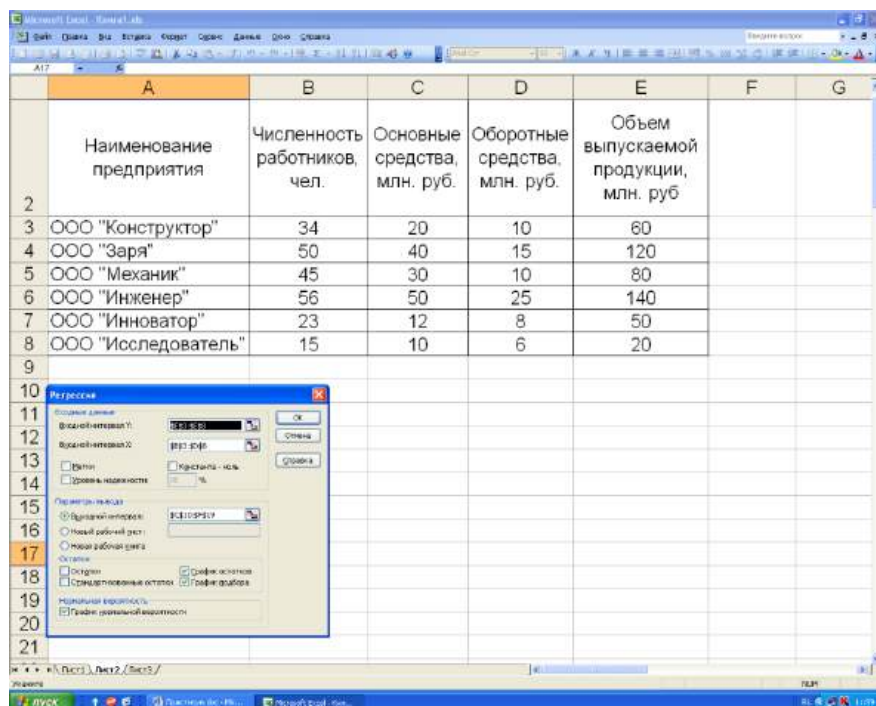


Рисунок 1 – Диалоговое окно инструмента анализа – «регрессия»

Далее одновременно нажимаем клавиши «Ctrl», «Shift» и «Enter». На рисунке 2 представлен результат расчёта коэффициентов модели. Значения коэффициентов содержатся в ячейках I27-I30.

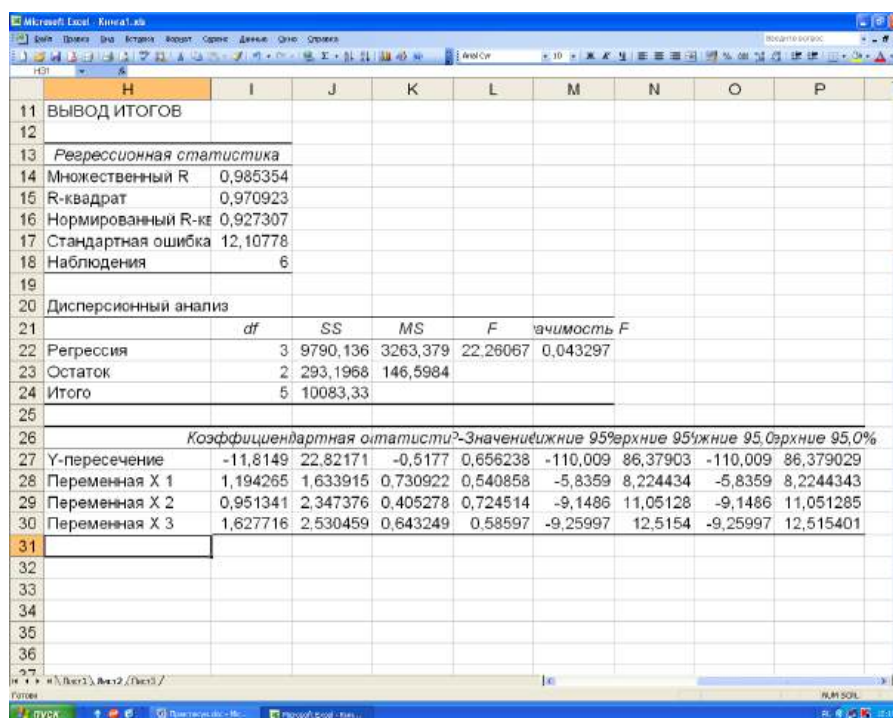


Рисунок 2 – Результат расчёта коэффициентов модели в Пакете анализа

Достоинством «Пакета анализа» является то, что он позволяет также получить качественную оценку полученной экономико-статистической модели.

После построения экономико-статистической модели определим отклонения теоретических значений от фактических, для чего подставим

значения влияющих факторов X_1 , X_2 , X_3 в экономико-статистическую модель. Например, для ООО «Конструктор» теоретическое значение результирующего фактора составит:

$$Y_m = -11,815 + 1,194 \cdot 34 + 0,951 \cdot 20 + 1,628 \cdot 10 = 64,09 .$$

Отклонение теоретического значения результирующего фактора от фактического:

$$\Delta = 60 - 64,09 = -4,09 .$$

Результаты расчётов сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчётов по экономико-статистической модели

Наименование предприятия	Теоретическое значение, Y_m	Фактическое значение, Y_f	Отклонение, Δ
ООО «Конструктор»	64,09	60	-4,09
ООО «Заря»	110,37	120	9,63
ООО «Механик»	86,74	80	-6,74
ООО «Инженер»	143,32	140	-3,32
ООО «Инноватор»	40,09	50	9,9
ООО «Исследователь»	25,38	20	-5,38

Анализируя данные, представленные в таблице 2, следует отметить, что с одной стороны отклонение теоретических значений результирующего фактора от фактических значений может носить случайный характер. С другой стороны вполне возможно, что предприятия ООО «Конструктор», ООО «Механик», ООО «Инженер», ООО «Исследователь» используют свой потенциал недостаточно эффективно.

Вывод о недостаточной эффективности использования ресурсного потенциала следует из следующих рассуждений. Теоретические значения результирующего фактора показывают величины объёмов выпускаемой продукции предприятиями при одинаковой средневзвешенной эффективности использования производственных ресурсов. Отклонения Y_f от Y_m в меньшую сторону свидетельствуют об использовании ресурсов с меньшей степенью эффективности. И наоборот, превышение Y_f над Y_m свидетельствует о том, что предприятия используют ресурсы более эффективно.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Инновационная деятельность предприятия характеризуется количеством новых товаров, выпускаемых предприятием. Необходимо построить экономико-статистическую модель зависимости количества новых товаров, освоенных предприятиями за год, от валового выпуска предприятия, рентабельности его деятельности, доли затрат на инновационную деятельность от валового выпуска. Исходные данные приведены в таблице

Предприятие	Валовый выпуск, млн.руб.	Рентабельность деятельности, %	Доля затрат на инновационную деятельность, %	Среднее количество новых товаров, осваиваемых предприятием за год, шт.
ООО «Конструктор»	500	20	8	4,8
ООО «Заря»	700	25	10	6
ООО «Механик»	900	30	15	7,8
ООО «Инженер»	400	15	4	2,7
ООО «Инноватор»	600	18	20	8
ООО «Исследователь»	800	28	6	6

Сделайте выводы.

Задача 2. Постройте экономико-статистическую модель зависимости объёма продаж товара от влияющих факторов: уровня доходов, численности населения и бюджета рекламной кампании. Исходные данные приведены в таблице.

Область	Среднедушевой доход, руб./мес.	Численность населения, тыс. чел.	Бюджет рекламной кампании, тыс.руб.	Объём продаж, шт.
Псковская	10239	696	200	24000
Новгородская	11570	646	300	26000
Калининградская	12650	937	500	50000
Архангельская	14475	1262	600	70000
Мурманская	18706	842	400	45000
Вологодская	12077	1218	750	75000

Сделайте выводы.

Задача 3. Постройте экономико-статистическую модель зависимости затрат на обслуживание электросетей от числа подключенных абонентов, протяжённости электросетей, среднедушевого дохода в регионе. Исходные данные приведены в таблице.

Область	Число абонентов, тыс.	Протяжённость электросетей, тыс. км.	Среднедушевой доход, руб./мес.	Затраты на обслуживание сетей, млн. руб.
Псковская	340	490	10239	5000
Новгородская	323	270	11570	4500
Калининградская	435	410	12650	6000
Архангельская	630	350	14475	10000
Мурманская	420	390	18706	8000
Вологодская	610	600	12077	8000

Сделайте выводы.

Задача 4. Построить экономико-статистическую модель зависимости объема производства сельскохозяйственной продукции от составляющих ресурсного потенциала: численности работников сельхозпредприятия, количества голов крупного рогатого скота (КРС), количества тракторов. Исходные данные приведены в таблице.

Сельскохозяйственное предприятие	Число работников предприятия, чел.	Количество голов КРС, гол.	Количество тракторов, шт.	Объем производства продукции, млн. руб.
СПК «Мирный путь»	171	1361	30	77,7
СПК «Красная заря»	73	539	12	13,7
СПК «Ударник труда»	20	87	11	3,2
СПК «Коммунар»	224	1676	55	86
СПК «Урожай»	51	236	19	7,1
СПК «Труд»	31	194	10	5,6

Сделайте выводы.

Задача 5. Численность работников системы государственного и муниципального управления в регионе зависит от численности населения региона и числа административных районов. Постройте экономико-статистическую модель зависимости численности работников системы управления от влияющих факторов. Исходные данные приведены в таблице

Область	Численность населения, тыс. чел.	Количество административных районов, шт.	Численность работников системы управления, чел.
Псковская	696	24	12070
Новгородская	646	21	10592
Калининградская	937	13	13987
Архангельская	1262	21	17151
Мурманская	842	5	12146
Вологодская	1218	26	18787

Сделайте выводы.

Тема 6. Оптимизационные модели производственной деятельности предприятия

Оптимизационная модель представляет собой модель математического программирования, состоящую из целевой функции и системы ограничений в форме уравнений или неравенств. Достоинством оптимизационных моделей является то, что они направлены на поиск наиболее эффективного (оптимального) управленческого решения при соблюдении установленных ограничений.

Целевая функция описывает цель оптимизации и представляет собой зависимость показателя, по которому ведётся оптимизация, от искомым переменных. На макроуровне критерием оптимальности может являться

максимум валового национального дохода, максимум среднедушевого денежного дохода. На микроуровне: максимум прибыли предприятия, минимум затрат и др.

Например, общий вид модели для расчёта оптимального варианта производства продукции на предприятии:

Целевая функция:
$$I = \sum_{j=1}^n (C_j - Z_j) X_j \rightarrow \max,$$

Система ограничений:

ограничения по сбыту
$$X_{j \min} \leq X_j \leq X_{j \max},$$

ограничения по мощности
$$\sum_{j=1}^n b_{ij} X_j \leq B_i,$$

ограничения по снабжению
$$\sum_{j=1}^n m_{kj} X_j \leq M_k,$$

условие неотрицательности
$$X_j \geq 0,$$

где C_j - цена реализации единицы товара j -го вида;

Z_j - затраты на изготовление единицы товара j -го вида;

X_j - количество товара j -го вида, подлежащее изготовлению;

$X_{j \min}$ - обязательный минимальный объём производства товара j -го вида, обусловленный необходимостью выполнения уже заключённых договоров или необходимостью сохранения своего присутствия с минимальным предложением на рынках, привлекательных в долгосрочном периоде;

$X_{j \max}$ - максимально возможный объём реализации товара j -го вида;

b_{ij} - норма затрат времени по изготовлению единицы товара j -го вида на оборудовании i -го вида;

B_i - фонд рабочего времени на оборудовании i -го вида;

m_{kj} - норма затрат материала k -го вида на изготовление единицы товара j -го вида;

M_k - имеющийся фонд k -го вида сырья.

Область практического применения оптимизационных моделей ограничена «жёсткой» схемой их построения. Например, на практике фонд рабочего времени B_i , при необходимости можно увеличить за счет выхода на работу в выходные дни. Таким образом, ограничение по мощности изменится, и оптимальное решение уже будет иным.

Пример 1 Предприятие выпускает продукцию двух видов: А и Б. Исходные данные о выпускаемой продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о продукции предприятия

Характеристика	Продукция	
	А	Б
Маржинальная прибыль, руб./шт.	50	30
Штучно-калькуляционное время, мин.	40	20
Максимально возможный объём продаж, шт.	2000	3000
Фонд рабочего времени, час.	1960	

Определить объёмы выпуска продукции вида А и вида Б, максимизирующие прибыль предприятия.

Решение:

Обозначим искомые объёмы выпуска продукции Q_A и Q_B .

Тогда целевая функция, направленная на поиск решения, максимизирующего маржинальную прибыль предприятия, будет иметь следующий вид: $I = 50 \cdot Q_A + 30 \cdot Q_B \rightarrow \max$.

На искомые объёмы выпуска продукции накладываются ограничения по максимальным объёмам продаж: $Q_A \leq 2000$; $Q_B \leq 3000$, а также ограничение по фонду рабочего времени, который составляет $1960 \cdot 60 = 117600$ мин.: $40 \cdot Q_A + 20 \cdot Q_B \leq 117600$. Таким образом, оптимизационная модель запишется следующим образом:

$$\begin{cases} I = 50 \cdot Q_A + 30 \cdot Q_B \rightarrow \max; \\ \text{Ограничения:} \\ Q_A \leq 2000; \\ Q_B \leq 3000; \\ 40 \cdot Q_A + 20 \cdot Q_B \leq 117600. \end{cases}$$

Данную задачу можно решить графическим и аналитическим методами. Кроме того, в некоторых программных продуктах, например в EXCEL, встроены алгоритмы, позволяющие строить оптимизационные модели в диалоговом режиме.

При аналитическом подходе к решению задачи можно отметить, что объёмы выпускаемой продукции лимитирует фонд рабочего времени. Прибыль на единицу рабочего времени при изготовлении изделий вида А и вида Б составляет: $50/40 = 1,25$ руб./мин., и $30/20 = 1,5$ руб./мин., соответственно. Так как изготовление изделия Б приносит больше прибыли на единицу рабочего времени, то необходимо изготовить 3000 изделий вида Б (трудоемкость данной работы составляет $3000 \cdot 20 = 60000$ мин.). А оставшееся рабочее время ($117600 - 60000 = 57600$ мин.) затратить на изготовление изделий вида А: $Q_A = 57600/40 = 1440$.

Ответ: $Q_A = 1440$, $Q_B = 3000$.

При решении данной задачи авторы исходили из «жесткого» ограничения по фонду рабочего времени, чего на практике, как правило, не бывает. Работодатель имеет возможность увеличения фонда рабочего времени за счёт работы в две смены и в выходные дни. Поэтому, несмотря на то что примерам поиска оптимальных объёмов производства при помощи линейных оптимизационных моделей в литературе уделено достаточно много внимания, практика решения подобных задач весьма ограничена.

Гораздо большее применение нашли на практике оптимизационные задачи на определение оптимальной структуры (примеры которых приведены ниже в заданиях) и стохастические (вероятностные) модели.

Пример 2 Предприятие выпускает продукцию пяти видов. Статистические данные об объёмах реализации продукции приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы реализации продукции, шт.

Вид продукции	Месяц				
	январь	февраль	март	апрель	май
А	500	580	440	520	470
Б	220	150	190	240	210
В	750	680	810	790	760
Г	1220	1350	1180	1260	1280
Д	80	75	70	85	90

Цена продукции и переменные затраты на её изготовление приведены в таблице 3. Определить сколько продукции каждого вида следует изготовить в июне месяце, если производственный бюджет предприятия – 300000 рублей.

Таблица 3 – Цена и затраты на изготовление продукции, руб./шт.

Показатель	Продукция				
	А	Б	В	Г	Д
Цена	200	450	120	70	650
Переменные затраты	140	320	80	50	400

Решение:

Используя данные, приведенные в таблице 2, определим параметры, описывающие вероятностный характер продаж продукции: среднее арифметическое значение - \bar{Q} и среднеквадратическое отклонение - σ .

Для изделия А среднее арифметическое значение составит:

$$\bar{Q}_A = \frac{500 + 580 + 440 + 520 + 470}{5} = 502,$$

Среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{(500 - 502)^2 + (580 - 502)^2 + (440 - 502)^2 + (520 - 502)^2 + (470 - 502)^2}{5}} = 47,5.$$

Аналогично рассчитаем значения данных параметров по остальным видам продукции. Результаты расчётов сведём в таблицу 4.

С вероятностью 99,9% (согласно правилу 3σ) можно говорить о том, что значение объема продаж попадает в интервал: $\bar{Q} - 3\sigma \leq Q \leq \bar{Q} + 3\sigma$.

Определим для изделия А предельное минимальное значение объема продаж. Вероятность реализации объема продукции, находящегося в интервале $0 \leq Q \leq Q_{\min}$, составляет - 1 (100%). А также предельное максимальное значение. Вероятность реализации объема продукции, находящегося в интервале $Q_{\max} \leq Q$, равна нулю:

$$Q_{A\min} = \bar{Q}_A - 3 \cdot \sigma = 502 - 3 \cdot 47,5 = 360;$$

$$Q_{A\max} = \bar{Q}_A + 3 \cdot \sigma = 502 + 3 \cdot 47,5 = 644.$$

Аналогично рассчитаем предельные значения для остальных видов продукции. Результаты расчётов сведём в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчёта статистических характеристик

Показатель	Продукция				
	А	Б	В	Г	Д
Среднее арифметическое значение, шт.	502	202	758	1258	80
Среднеквадратическое отклонение, шт.	47,5	30,6	44,5	57,4	7,1
Предельное минимальное значение, шт.	360	110	625	1086	59
Предельное максимальное значение, шт.	644	294	891	1430	101

Будем считать, что вероятность реализации продукции описывается равновероятным законом распределения (рис. 1).

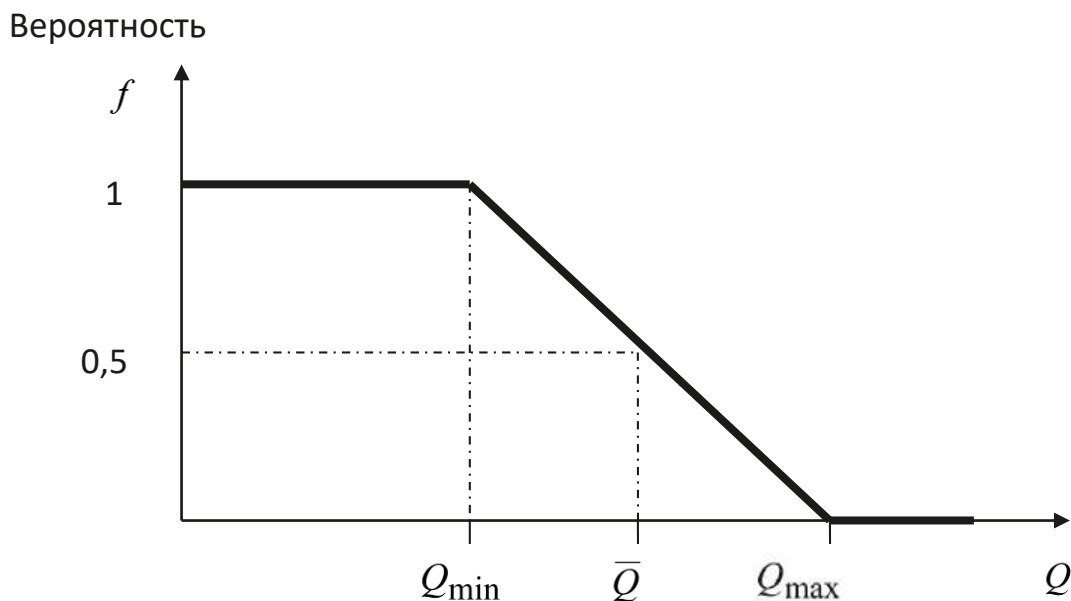


Рисунок 1 – Зависимость вероятности реализации продукции от объёмов изготовления

Тогда вероятность реализации продукта можно описать в следующем виде:

$$\begin{cases} f = 1 & \text{при } Q \leq Q_{\min}; \\ f = a - b \cdot Q & \text{при } Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}; \\ f = 0 & \text{при } Q \geq Q_{\max}. \end{cases}$$

Учитывая, что производство продукции минимизируется бюджетом, определим затраты на производство продукции при минимальном и максимальном объёмах производства:

$$Z_{\min} = 360 \cdot 140 + 110 \cdot 320 + 625 \cdot 80 + 1086 \cdot 50 + 59 \cdot 400 = 213500 \text{ руб.};$$

$$Z_{\max} = 644 \cdot 140 + 294 \cdot 320 + 891 \cdot 80 + 1430 \cdot 50 + 101 \cdot 400 = 367420 \text{ руб.}$$

Так как производственный бюджет находится в пределе $Z_{\min} \leq B \leq Z_{\max}$ ($213500 \leq 300000 \leq 367420$), значения объёмов производства, максимизирующих прибыль, находятся в интервале $Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$. Вероятность реализации объёма продукции в данном интервале описывается зависимостью $f = a - b \cdot Q$.

Параметры a и b определим из условий:

$$\begin{cases} 1 = a - b \cdot Q_{\min} \\ 0 = a - b \cdot Q_{\max} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1 = a - b(\bar{Q} - 3\sigma) \\ 0 = a - b(\bar{Q} + 3\sigma) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1 = a - b \cdot \bar{Q} + 3\sigma \cdot b \\ 0 = a - b \cdot \bar{Q} - 3\sigma \cdot b \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 1 = 6\sigma \cdot b \\ a = b(\bar{Q} + 3\sigma) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = 1/6\sigma \\ a = 1/2 + \bar{Q}/6\sigma \end{cases}.$$

Для изделия А имеем:

$$\begin{cases} b = 1/6 \cdot 47,5 = 0,0035 \\ a = 0,5 + 502/6 \cdot 47,5 = 2,26 \end{cases}$$

Аналогично рассчитаем коэффициенты линейной зависимости для остальных видов продукции. Результаты расчётов сведём в таблицу 5. Маржинальную прибыль от реализации единицы продукции определим по формуле:

$$M = (p - s_v) \cdot f,$$

где p и s_v - цена реализации и переменные затраты, соответственно;
 f - вероятность реализации продукции.

Таблица 5 – Результаты расчета коэффициентов

Параметр	Продукция				
	А	Б	В	Г	Д
a	2,262	1,6	3,342	4,152	2,386
b	0,0035	0,0054	0,0037	0,0029	0,0236

В диапазоне $0 \leq Q \leq Q_{\min}$ вероятность продаж каждого изделия $f = 1$, следовательно, ожидаемая маржинальная прибыль от реализации объёма соответствующего Q_{\min} составит: $(p - s_v) \cdot Q_{\min}$.

В диапазоне $Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}$ вероятность продаж изделия описывается линейной зависимостью $f = a - b \cdot Q$, следовательно, ожидаемая прибыль от реализации одного изделия составит: $(p - s_v) \cdot (a - b \cdot Q)$, а прибыль от реализации Q изделий:

$$M_Q = (p - s_v) \cdot Q_{\min} + \int_{Q_{\min}}^Q (p - s_v)(a - b \cdot Q) dQ.$$

Таким образом, целевая функция, максимизирующая маржинальную прибыль от реализации товаров, будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
I = & (200 - 140) \cdot 360 + \int_{360}^{Q_A} (200 - 140) \cdot (2,262 - 0,0035 \cdot Q_A) dQ_A + \\
& + (450 - 320) \cdot 110 + \int_{110}^{Q_B} (450 - 320) \cdot (1,6 - 0,0054 \cdot Q_B) dQ_B + \\
& + (120 - 80) \cdot 625 + \int_{625}^{Q_B} (120 - 80) \cdot (3,342 - 0,0037 \cdot Q_B) dQ_B + \\
& + (70 - 50) \cdot 1086 + \int_{1086}^{Q_\Gamma} (70 - 50) \cdot (4,152 - 0,0029 \cdot Q_\Gamma) dQ_\Gamma + \\
& + (650 - 400) \cdot 59 + \int_{59}^{Q_D} (650 - 400) \cdot (2,386 - 0,0236 \cdot Q_D) dQ_D \rightarrow \max.
\end{aligned}$$

Последовательно преобразуем целевую функцию:

$$\begin{aligned}
I = & 21600 + \int_{360}^{Q_A} (135,72 - 0,21 \cdot Q_A) dQ_A + 14300 + \int_{110}^{Q_B} (208 - 0,702 \cdot Q_B) dQ_B + \\
& + 25000 + \int_{625}^{Q_B} (133,68 - 0,148 \cdot Q_B) dQ_B + 21720 + \int_{1086}^{Q_\Gamma} (83,04 - 0,058 \cdot Q_\Gamma) dQ_\Gamma + \\
& + 14750 + \int_{59}^{Q_D} (596,5 - 5,9 \cdot Q_D) dQ_D \rightarrow \max;
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I = & 97370 + \left(135,72 \cdot Q_A - \frac{0,21 \cdot Q_A^2}{2} \right) \Big|_{360}^{Q_A} + \left(208 \cdot Q_B - \frac{0,702 \cdot Q_B^2}{2} \right) \Big|_{110}^{Q_B} + \\
& + \left(133,68 \cdot Q_B - \frac{0,148 \cdot Q_B^2}{2} \right) \Big|_{625}^{Q_B} + \left(83,04 \cdot Q_\Gamma - \frac{0,058 \cdot Q_\Gamma^2}{2} \right) \Big|_{1086}^{Q_\Gamma} + \\
& + \left(596,5 \cdot Q_D - \frac{5,9 \cdot Q_D^2}{2} \right) \Big|_{59}^{Q_D} \rightarrow \max;
\end{aligned}$$

$$I = 97370 + 135,72 \cdot Q_A - 0,105 \cdot Q_A^2 - (135,72 \cdot 360 - 0,105 \cdot 360^2) + 208 \cdot Q_B - 0,351 \cdot Q_B^2 - (208 \cdot 110 - 0,351 \cdot 110^2) + 133,68 \cdot Q_B - 0,074 \cdot Q_B^2 - (133,68 \cdot 625 - 0,074 \cdot 625^2) + 83,04 \cdot Q_\Gamma - 0,029 \cdot Q_\Gamma^2 - (83,04 \cdot 1086 - 0,029 \cdot 1086^2) + 596,5 \cdot Q_D - 2,95 \cdot Q_D^2 - (596,5 \cdot 59 - 2,95 \cdot 59^2) \rightarrow \max .$$

После преобразований оптимизационная модель будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} I = -92060 + 135,72 \cdot Q_A - 0,105 \cdot Q_A^2 + 208 \cdot Q_B - 0,351 \cdot Q_B^2 + 133,68 \cdot Q_B - 0,074 \cdot Q_B^2 + 83,04 \cdot Q_\Gamma - 0,029 \cdot Q_\Gamma^2 + 596,5 \cdot Q_D - 2,95 \cdot Q_D^2 \rightarrow \max; \\ \text{Ограничени я :} \\ 140 \cdot Q_A + 320 \cdot Q_B + 80 \cdot Q_B + 50 \cdot Q_\Gamma + 400 \cdot Q_D \leq 300000. \end{cases}$$

Для решения полученной оптимизационной модели воспользуемся программным продуктом EXCEL. Для искомым значений объёмов продаж $Q_A \dots Q_D$ определим адреса ячеек A1...A5 в которых будут находиться их текущие значения. Целевая функция будет считаться в ячейке C1 (рис. 2). Затраты на производство продукции в ячейке E1 (рис. 3).

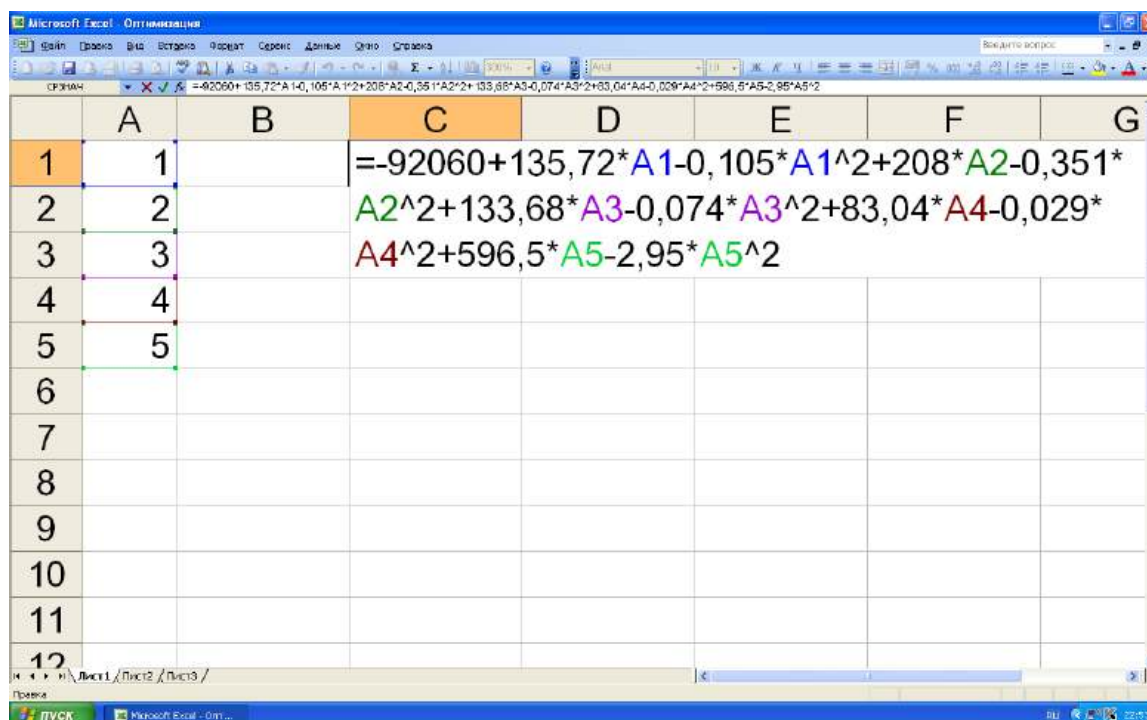


Рисунок 2 – Запись целевой функции в программе EXCEL

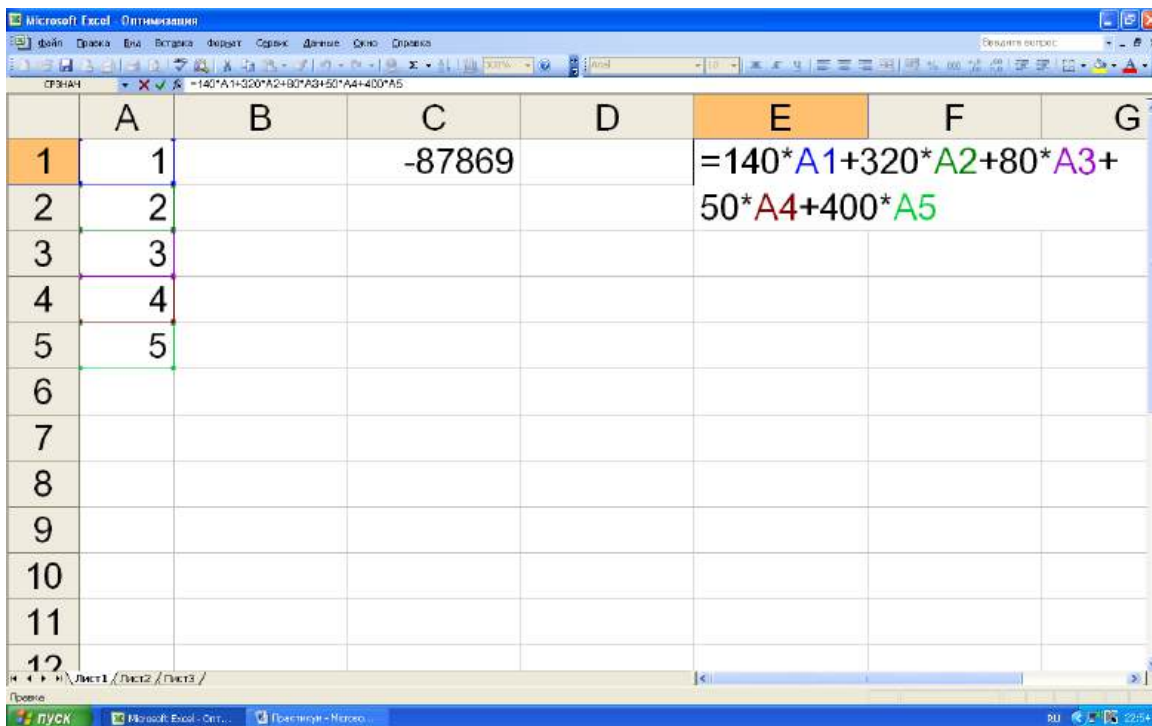


Рисунок 3 – Запись ограничения в программе EXCEL

Далее выберем в диалоговом меню «сервис» и функцию «поиск решения». В диалоговом окне функции «поиск решения» установим целевую ячейку C1 равной максимальному значению, изменяя ячейки A1...A5 (рис. 4).

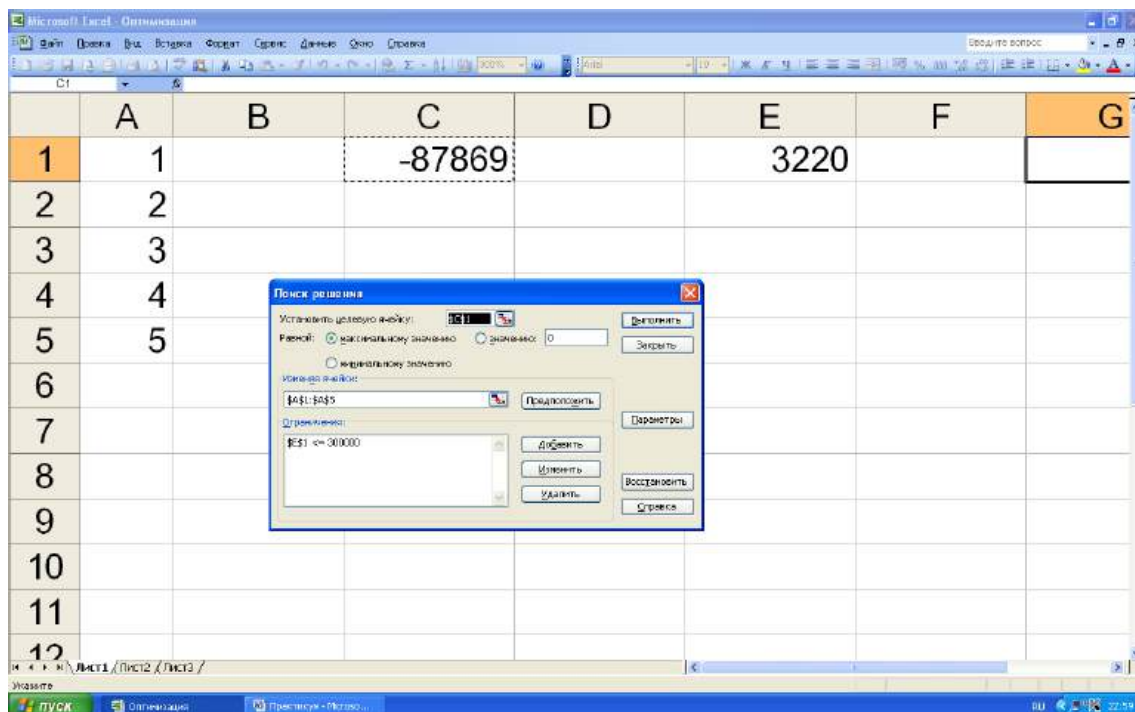


Рисунок 4 – Вызов функции «поиск решения»

В окне меню ограничения выберем функцию «добавить». Сошлемся на ячейку E1 и установим для её значения соответствующее ограничение (рис. 5).

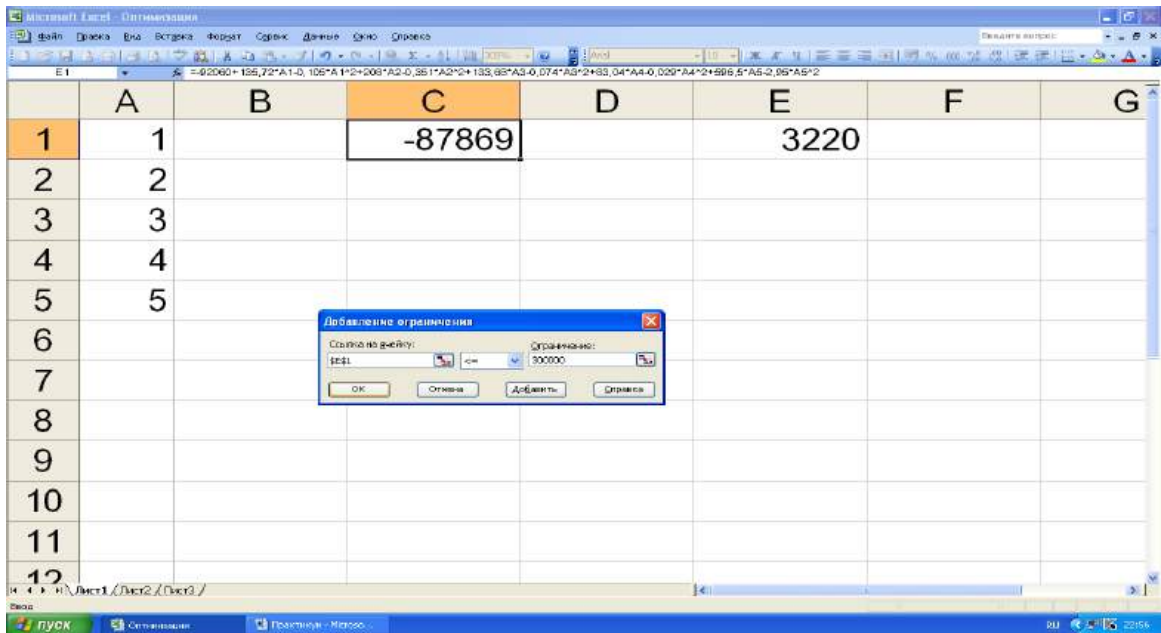


Рисунок 5 – Диалоговое окно опции «добавить ограничение»

Далее нажмём кнопку «ОК» и вернёмся в меню функции «поиск решения» (рис. 4). Нажмём кнопку «Выполнить». В ячейках A1...A5 появляются значения оптимальных объёмов продаж (рис. 6).

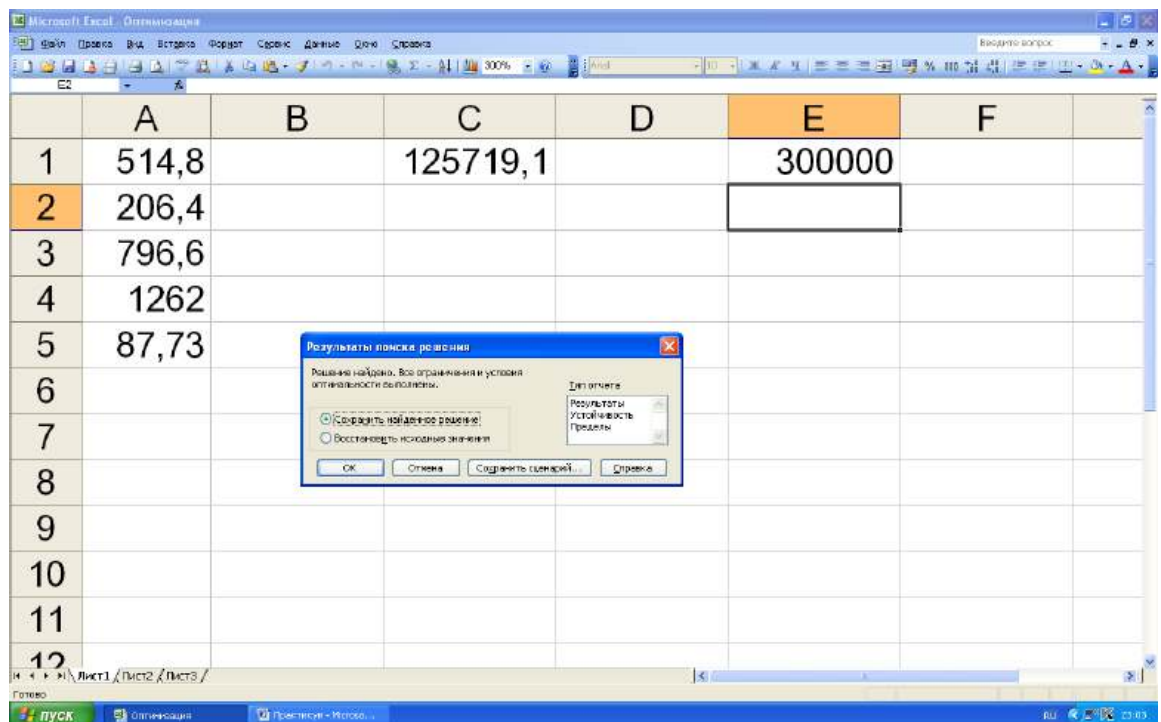


Рисунок 6 – Результаты поиска оптимального решения

Ответ: $Q_A = 515$; $Q_B = 206$; $Q_V = 796$; $Q_\Gamma = 1262$; $Q_D = 88$.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Предприятие выпускает продукцию двух видов: А и Б. Исходные данные о выпускаемой продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о продукции предприятия

Характеристика	Продукция		
	А	Б	В
Маржинальная прибыль, руб./шт.	150	130	110
Штучно-калькуляционное время, мин.	40	20	10
Максимально возможный объём продаж, шт.	2000	3000	4000
Фонд рабочего времени, час.	1960		

Определить объёмы выпуска продукции вида А и вида Б, максимизирующие прибыль предприятия.

Задача 2. Один раз в неделю малое предприятие «Скрепка» закупает продукцию с оптового склада в Москве. Размер денежных средств, выделяемых на закупку, составляет 100000 руб. Информация о реализации продукции малым предприятием в розницу за прошлые периоды представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы реализации продукции, шт.

Вид продукции	Неделя				
	1	2	3	4	5
Бумага А4	200	240	230	210	250
Бумага, А3	100	90	120	110	100
Папки	1600	1400	1700	1800	1500
Ручки	2000	2500	2200	2600	2100

Оптовая цена закупки товаров и розничная цена, по которой предприятие «Скрепка» реализует товары клиентам, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Цена закупки и реализации продукции, руб./шт.

Показатель	Продукция			
	Бумага А4	Бумага А3	Папки	Ручки
Цена закупки	110	150	20	10
Цена реализации	150	220	30	15

Определите сколько продукции каждого вида нужно закупить предприятию «Скрепка».

Задача 3. Молокозавод производит молоко, сметану, масло и сыр. Данные об объёмах реализации продукции молокозавода за прошлые периоды представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Объёмы реализации продукции молокозавода

Продукция	месяц				
	январь	февраль	март	апрель	май
Молоко, л	500000	540000	560000	520000	550000
Сметана, кг	80000	85000	75000	78000	82000
Масло, кг	60000	55000	58000	62000	57000
Сыр, кг	45000	42000	46000	48000	50000

Себестоимость и цена реализации продукции приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Цена реализации и себестоимость продукции молокозавода, руб.

Продукция	Себестоимость, руб./кг	Цена реализации, руб./кг
Молоко, руб/л	18	26
Сметана, руб/кг	50	80
Масло, руб/кг	120	170
Сыр, руб/кг	160	220

Нормы затрат молока на изготовление молокопродуктов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы затрат молока на изготовление молокопродуктов

Продукция	Молоко, кг/л	Сметана, кг/кг	Масло, кг/кг	Сыр, кг/кг
Норма	0,9	5	16	10

Составьте план производства продукции для молокозавода на июнь месяц, если поставки молока в июне составят 2200 тонн.

Раздел II. Методы планирования

Тема 7. Нормативный метод планирования

Нормативный метод используется для определения потребности в ресурсах путём умножения норм на соответствующие объёмные показатели. *Норма* – это мера (количество) затрат ресурса на изготовление единицы продукции в конкретных производственно-технических условиях.

Нормативный метод самый простой в применении метод планирования. Например, если норма затрат времени на изготовление изделия – 2 часа, а объём производства – 1000 шт., то трудоёмкость изготовления 1000 изделий составит: $T = 2 \cdot 1000 = 2000$ часов.

Основная сложность при использовании нормативного метода состоит в определении величины нормы. В данном пособии рассматриваются примеры расчёта норм аналитически-расчётным и отчётно-статистическим методами.

Аналитически-расчётный метод основан на разделении выполняемых работ на составные элементы с последующим их анализом и проектированием рациональных вариантов использования ресурсов.

Пример 1 Из стального прутка длиной 3 метра отрезным резцом с шириной 3 мм нарезаются заготовки длиной 70 мм. Масса одного погонного метра прутка – 2,4 кг. Процент выхода из заготовок готовых деталей составляет - 95%. Определить норму затрат материала на изготовление детали.

Решение: Определим количество заготовок, изготавливаемых из одного прутка длиной 3 м (3000 мм), с учётом ширины распила - 3 мм. Будем считать, что длина прутка, закреплённого в шпинделе станка, составляет 100 мм. Тогда количество заготовок, нарезаемых из прутка, будет равно:

$$Z = \frac{3000 - 100}{70 + 3} = 39,73, \text{ т.е. } 39 \text{ заготовок.}$$

Учитывая потери материала по причине брака при изготовлении деталей из заготовок, определим ожидаемое количество годных деталей, получаемых из одного прутка:

$$D = 3 \cdot 0,95 = 39 \cdot 0,95 = 37,05 \text{ дет.}$$

Норма затрат материала составит:

$$n = \frac{3 \cdot 2,4}{37,05} = 0,1944 \text{ кг/дет.}$$

Данная норма используется в том случае, когда цена на материал установлена в рублях за 1 кг. Если цена на материал установлена в рублях за метр погонный, то соответственно, норма составит:

$$n = \frac{3}{37,05} = 0,081 \text{ м.пог/дет.}$$

Более сложной является задача определения нормы, если из одного и того же материала изготавливаются две (и более) детали, входящие в одно изделие.

Пример 2 Из прутка стандартной длины - 3 метра нарезаются заготовки вида А - 80 см и вида Б - 52 см. Применяемость данных заготовок в изделии: А – 2 шт., Б – 2 шт. Масса 1 метра погонного прутка 2,4 кг. Ширина распила – 5мм. Определить норму расхода материала на изделие.

Решение. Рассмотрим возможные варианты распила прутка. Первоначально попытаемся нарезать как можно больше заготовок вида А (так как они самые длинные), а из оставшегося материала заготовки меньшей длины – Б. В последующих вариантах будем уменьшать количество нарезаемых заготовок вида А на одну единицу.

Вариант 1. 3 А и 1 Б, Отходы материала:

$$300 - 3 \cdot (80 + 0,5) - (52 + 0,5) = 6 \text{ см.}$$

Вариант 2. 2 А и 2 Б, Отходы материала:

$$300 - 2 \cdot (80 + 0,5) - 2 \cdot (52 + 0,5) = 34 \text{ см.}$$

Вариант 3. 1 А и 4 Б, Отходы материала:

$$300 - (80 + 0,5) - 4 \cdot (52 + 0,5) = 9,5 \text{ см.}$$

Вариант 4. 0 А и 5 Б, Отходы материала:

$$300 - 5 \cdot (52 + 0,5) = 37,5 \text{ см.}$$

На первый взгляд самым подходящим является вариант №2. Из одного прутка данным способом можно вырезать 2 заготовки вида А и 2 вида Б, т.е., комплект заготовок на одно изделие. Следовательно, норма затрат материала – 3 метра погонных на изделие, или $3 \cdot 2,4 = 7,2 \text{ кг.}$, в зависимости от того в какой размерности установлена цена на материал. Однако проанализируем возможность комбинации различных вариантов распила прутка.

а) Рассмотрим сочетание 1 и 3-го вариантов. Обозначим x - долю прутков, разрезаемых 1-м способом, тогда $(1 - x)$ - доля прутков, разрезаемых 3-м способом. Количество заготовок вида А и Б, а также долю x определим из выражений:

$$N_A = 3x + 1(1 - x) = 1 + 2x ;$$

$$N_B = 1x + 4(1 - x) = 4 - 3x .$$

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{4 - 3x}{1 + 2x} = 1, \Rightarrow 4 - 3x = 1 + 2x \quad \text{и} \quad x = \frac{3}{5} = 0,6 .$$

Значит, при сочетании 1 и 3 вариантов из 5 прутков - 3 следует разрезать 1-м способом, а 2 прутка 3-м способом. В этом случае мы получаем:

$N_A = 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 11$, $N_B = 3 \cdot 1 + 2 \cdot 4 = 11$, т.е. из 10 прутков можно вырезать по 22 заготовки каждого вида, а это - 11 изделий.

Норма: $n = \frac{10 \cdot 3}{11} = 2,73$ м.пог/шт, или $n = 2,73 \cdot 2,4 = 6,55$ кг/шт.

б) Рассмотрим сочетание 1 и 4-го вариантов. Обозначим x - долю прутков, разрезаемых 1-м способом, $(1-x)$ - доля прутков, разрезаемых 4-м способом, тогда:

$$N_A = 3x + 0(1-x) = 3x;$$

$$N_B = 1x + 5(1-x) = 5 - 4x.$$

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{5 - 4x}{3x} = 1, \Rightarrow 5 - 4x = 3x \quad \text{и} \quad x = \frac{5}{7}.$$

Это значит, что из 7 прутков 1-м вариантом разрезаем 5, а 2-м – 2 прутка. Количество заготовок: $N_A = 5 \cdot 3 = 15$, $N_B = 5 \cdot 1 + 2 \cdot 5 = 15$, т.е. из 14 прутков можно вырезать по 30 заготовок каждого вида и, соответственно, получить 15 изделий.

Норма: $n = \frac{14 \cdot 3}{15} = 2,8$ м.пог/шт, или $n = 2,8 \cdot 2,4 = 6,72$ кг/шт.

Анализ возможных вариантов распила прутков показывает, что наиболее целесообразным является сочетание 1 и 3 вариантов, так как в этом случае норма расхода материалов будет наименьшей ($n = 2,73$ м.пог/шт, или 6,55 кг/шт).

Отчётно-статистический метод определения нормы заключается в том, что нормы затрат производственных ресурсов устанавливаются на основе отчётных или статистических данных за прошедшие периоды.

Пример 3 Имеются отчётные данные по энергопотреблению цехом, выпускающим продукцию двух наименований (таблица 1). Определить нормы затрат электроэнергии на изготовление продукции вида А и Б, а также, затраты на освещение цеха.

Таблица 1 – Затраты электроэнергии на выпуск продукции

Месяц	Количество продукции, шт.		Затраты электроэнергии, кВтч.
	Продукция вида А	Продукция вида Б	
Январь	10000	25000	800000
Февраль	15000	25000	900000
Март	20000	20000	920000

Решение:

Обозначим нормы затрат электроэнергии на изготовление продукции вида А, Б и затраты на освещение - n_a , n_b и n_c , соответственно. Тогда по

имеющимся данным за прошедшие месяцы (январь, февраль, март) можно составить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} 10000 \cdot n_a + 25000 \cdot n_b + n_c = 800000; \\ 15000 \cdot n_a + 25000 \cdot n_b + n_c = 900000; \\ 20000 \cdot n_a + 20000 \cdot n_b + n_c = 920000. \end{cases}$$

Из второго уравнения вычитаем первое и получаем: $5000 \cdot n_a = 100000$, отсюда норма затрат на изготовление изделия А - $n_a = 20$ кВтч. Вычитая из третьего уравнения второе, имеем: $5000 \cdot 20 - 5000 \cdot n_b = 20000$, и $n_b = 16$ кВтч. Для вычисления постоянных затрат на освещение цеха подставим полученные величины норм n_a и n_b в первое уравнение:

$$n_c = 800000 - 100000 \cdot 20 - 25000 \cdot 16 = 200000 \text{ кВтч.}$$

Для дальнейшего планирования энергопотребления можно использовать следующее выражение:

$$W = 20 \cdot X_a + 16 \cdot X_b + 200000.$$

После подстановки в данное выражение планируемого выпуска продукции вида А (X_a) и вида Б (X_b) получим плановые затраты электроэнергии.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Из прутка длиной 6 м нарезаются заготовки вида А, длиной 1,8 м и заготовки вида Б, длиной 0,9 м. Масса 1 метра погонного прутка составляет 3,4 кг. Для изготовления изделия требуется 1 заготовка вида А и 2 заготовки вида Б. Определите норму затрат материала на изготовление изделия, если цена на материал установлена в рублях за тонну.

Задача 2. Машиностроительное предприятие отливает чугунные отливки трёх видов – А, Б и В. Данные о производстве отливок и расходе чугуна приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Объёмы производства отливок и расход чугуна

Месяц	Объёмы производства отливок, шт.			Расход чугуна, тонн
	Отливка А	Отливка Б	Отливка В	
Январь	2000	5000	300	570
Февраль	2500	4800	250	590
Март	3000	4000	320	628

Процент выхода готовых изделий из отливок вида А – 80%, вида Б – 70%, вида В – 90%. Определите нормы затрат чугуна на изготовление изделий.

Задача 3. Предприятие пищевой промышленности производит печенье трех видов. Данные о производстве продукции и расходе муки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Объёмы производства печенья и расход муки, m^3

Месяц	Объёмы производства пиломатериалов			Расход муки
	Печенье «Мария»	Печенье «Имбирное»	Печенье «Юбилейное»	
Январь	200	120	400	1288
Февраль	300	100	380	1380
Март	250	150	420	1450

Определите нормы затрат муки на изготовление печенья.

Задача 4. Из листа ткани разметом 5×9 м вырезаются заготовки вида А, размером 3×4 м и вида Б, размером 3×2 м. Одно изделие сшивается из 1 заготовки вида А и 2-х заготовок вида Б. Определите норму затрат материала на изготовление изделия, если цена на материал установлена в рублях за метр квадратный ($руб / м^2$).

Задача 5. Молокозавод производит сметану, масло и сыр. Данные о производстве продукции и расходе молока приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Объёмы производства молокопродуктов и расход молока, кг

Месяц	Объёмы производства молокопродуктов			Расход молока
	Сметана	Масло	Сыр	
Январь	8000	2000	1500	87000
Февраль	9000	1800	2000	93800
Март	7000	2200	1800	88200

Определите нормы затрат молока на изготовление молокопродуктов.

Тема 8. Балансовый метод планирования

Балансовый метод планирования решает задачу увязки потребностей с одной стороны и ресурсов с другой. Различают материальные, стоимостные и трудовые балансы. По виду используемой балансовой модели балансы бывают однопродуктовыми и многопродуктовыми. Однопродуктовые балансы разрабатываются по конкретному виду продукции (таблица 1). Многопродуктовые балансы увязывают производство продукции и потребление ресурсов между отраслями экономики.

Разработка материальных балансов начинается с определения потребностей общества в продукции каждого вида. Для определения потребности общества в продукции того или иного вида чаще всего используется нормативный метод. Например, потребность в молокопродуктах определяется произведением рациональной нормы потребления молокопродуктов, приходящейся на одного человека, на численность населения. После определения потребностей в продукции формируется ресурсная часть баланса.

Таблица 1 – Макет однопродуктового баланса

Ресурсы	Количество	Потребности	Количество
Остатки на начало Года		Внутреннее потребление	
Производство		Экспорт	
Импорт		Потери	
		Резерв	
Всего		Всего	

Широкое распространение для анализа межотраслевых связей и формирования структуры национальной экономики получили межотраслевые балансы в стоимостном и материальном выражении. Информационная модель межотраслевого баланса в стоимостном выражении представлена в таблице 2.

Межотраслевой баланс в стоимостном выражении состоит из четырёх квадрантов.

В первом квадранте отражаются финансовые потоки между отраслями-производителями и отраслями-потребителями материальных ресурсов. Также в этом квадранте определяется промежуточное потребление и промежуточные затраты на производство продукции отраслями.

Во втором квадранте характеризуется потребление конечного продукта, который включает конечное потребление продукции в домашних хозяйствах, валовое накопление, сальдо экспортно-импортных операций.

В третьем квадранте приводятся данные об амортизационных отчислениях, заработной плате, прибыли и налогах по отраслям.

В четвёртом квадранте отражается перераспределение национального дохода.

Таблица 2 – Информационная модель межотраслевого баланса в стоимостном выражении

Отрасли производства	Отрасли потребления				Промежу точное потребе ние	Конечный продукт				Валовый выпуск
	1	2		<i>n</i>		Конечное потребление	Валовое накопление	Сальдо экспорта- импорта	Итого	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	$\sum x_{1j}$	y_{11}	y_{12}	y_{13}	$\sum y_{1j}$	x_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	$\sum x_{2j}$	y_{21}	y_{22}	y_{23}	$\sum y_{2j}$	x_2
...
<i>n</i>	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}	$\sum x_{nj}$	y_{n1}	y_{n2}	y_{n3}	$\sum y_{nj}$	x_n

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Промежуточные затраты	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	\dots	$\sum x_{in}$	$\sum \sum x_{ij}$	$\sum y_{i1}$	$\sum y_{i2}$	$\sum y_{i3}$	$\sum \sum y_{ij}$	$\sum x_i$
Амортизация	v_{11}	v_{12}	\dots	v_{1n}	$\sum v_{1j}$					
Зарботная плата	v_{21}	v_{22}	\dots	v_{2n}	$\sum v_{2j}$					
Прибыль	v_{31}	v_{32}	\dots	v_{3n}	$\sum v_{3j}$					
Налоги	v_{41}	v_{42}	\dots	v_{4n}	$\sum v_{4n}$					
Добавленная стоимость	$\sum v_{i1}$	$\sum v_{i2}$	\dots	$\sum v_{in}$	$\sum \sum v_{ij}$					
Валовые затраты	x_1	x_2	\dots	x_n						

Исходя из условия равенства валового выпуска и затрат получаем следующие уравнения:

$$\sum_i x_{ij} + \sum_i y_{ij} = \sum_j x_{ij} + \sum_j v_{ij}$$

или, например, для первой отрасли имеем:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + y_{11} + y_{12} + y_{13} = x_{11} + x_{21} + \dots + x_{n1} + v_{11} + v_{21} + v_{31} + v_{41}.$$

Пример 1 Стоимостной баланс экономики, состоящей из двух отраслей, представлен в таблице 1.

Определить индексы роста цен в отраслях, если известно, что объёмы материального производства остались на прежнем уровне, заработная плата во второй отрасли выросла в 1,5 раза, а в первой осталась неизменной.

Таблица 1 – Стоимостной баланс экономики, млрд. руб.

Отрасли производители	Отрасли потребители		Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2		
1	40	50	150	240
2	50	90	460	600
Амортизация	20	55		
Зарботная плата	80	200		
Прибыль	35	130		
Налоги	15	75		
Валовые затраты	240	600		

Решение:

Обозначим индексы роста цен в первой и второй отрасли I_1 и I_2 , тогда, после повышения заработной платы во второй отрасли, уравнения запишутся следующим образом:

$$\begin{cases} 40I_1 + 50I_2 + 20I_1 + 80 + 35I_1 + 15I_1 = 240I_1; \\ 50I_1 + 90I_2 + 55I_2 + 200 \cdot 1,5 + 130I_2 + 75I_2 = 600I_2. \end{cases}$$

После преобразований получим:

$$\begin{cases} 130I_1 - 50I_2 - 80 = 0; \\ 250I_2 - 50I_1 - 300 = 0. \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, находим индексы роста цен:

$$I_1 = 1,17, I_2 = 1,43.$$

Стоимостной баланс экономики после повышения заработной платы во второй отрасли в 1,5 раза представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Стоимостной баланс экономики после повышения заработной платы во второй отрасли в 1,5 раза, млрд. руб.

Отрасли производители	Отрасли потребители		Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2		
1	46,8	58,5	174,8	280,1
2	71,5	128,7	658,7	858,9
Амортизация	23,4	78,8		
Заработная плата	80	300		
Прибыль	40,9	185,9		
Налоги	17,5	107,2		
Валовые затраты	280,1	858,9		

Сегодня одним из инструментов государственного регулирования инфляции является фиксация цен на ресурсы, производимые той или иной отраслью. Например, фиксация цен на образовательные услуги в государственных вузах. При этом цены на ресурсы, производимые другими отраслями, не фиксируются. Используя балансовый метод планирования, можно просчитать, насколько изменится добавленная стоимость по отраслям.

Пример 2 Стоимостной баланс экономики, состоящий из двух отраслей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимостной баланс экономики, млрд. руб.

Отрасли производители	Отрасли потребители		Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2		
1	100	30	110	240
2	40	20	40	100
Добавленная стоимость	100	50		
Валовые затраты	240	100		

Определите, как изменится добавленная стоимость по отраслям, если цены на ресурсы первой отрасли вырастут в 1,2 раза, а цены на ресурсы второй отрасли останутся фиксированными.

Решение:

Обозначим индексы изменения величины добавленной стоимости в первой и второй отрасли I_1 и I_2 , тогда, уравнения запишутся следующим образом:

$$\begin{cases} 100 \cdot 1,2 + 40 + 100 \cdot I_1 = 240 \cdot 1,2; \\ 30 \cdot 1,2 + 20 + 50 \cdot I_2 = 100. \end{cases}$$

После преобразований получим:

$$\begin{cases} 100 \cdot I_1 = 128; \\ 50 \cdot I_2 = 44. \end{cases}$$

Таким образом, индекс роста добавленной стоимости в первой отрасли составит $I_1 = 1,28$, а во второй $I_2 = 0,88$. Сравнивая заработную плату работников первой и второй отраслей, можно ожидать, что заработная плата работников первой отрасли по сравнению с заработной платой работников второй отрасли увеличится в $\frac{1,28}{0,88} = 1,44$ раза.

Стоимостной баланс экономики представлен в таблице.

Таблица – Стоимостной баланс экономики после фиксации цен на ресурсы второй отрасли и росте цен в 1,2 раза на ресурсы первой отрасли, млрд. руб.

Отрасли производители	Отрасли потребители		Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2		
1	120	36	132	288
2	40	20	40	100
Добавленная стоимость	128	44		
Валовые затраты	288	100		

На сегодняшний день перспективным средством мотивации работников организации является вовлечение персонала в процессы принятия решений. Эта задача решается путём реализации принципа управления по центрам ответственности, когда каждое подразделение организации имеет свой бюджет, который формируется и зависит от результатов деятельности. При этом, коллектив (руководитель) структурного подразделения имеет возможность распоряжаться бюджетом, но обязан, в свою очередь, полностью выполнять плановые задания. Инструментом, позволяющим сформировать сбалансированные бюджеты подразделений, является балансовый метод.

Пример 3 Стоимостной баланс при изготовлении изделия А структурными подразделениями предприятия представлен в таблице 1.

Численность работников 1-го, 2-го и 3-го структурного подразделения – 20, 30 и 35 человек, соответственно. Конечное потребление (расходы, выделяемые на производство продукции) – 700 руб. Подразделения 1 и 2 производят комплектующие, а подразделение 3 осуществляет сборку изделия. Известно, что подразделение 1 для подразделения 2 производит ресурсов в два раза больше, чем для подразделения 3 ($x_{12} = 2 \cdot x_{13}$). Определите бюджет каждого структурного подразделения на изготовление изделия А.

Таблица 1 – Стоимостной баланс изготовления детали А, руб.

Подразделения производители	Подразделения потребители			Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2	3		
1	0	x_{12}	x_{13}	0	x_1
2	0	0	x_{23}	0	x_2
3	0	0	0	700	700
Материальные затраты	200	50	10		
Амортизационные отчисления	10	20	20		
Заработная плата	50	100	70		
Прочие затраты и нераспределённая прибыль	v_{41}	v_{42}	v_{43}		
Валовые затраты	x_1	x_2	x_3		

Решение. Составим систему балансовых уравнений:

$$\begin{cases} 200 + 10 + 50 + v_{41} = x_{12} + x_{13}; \\ x_{12} + 50 + 20 + 100 + v_{42} = x_{23}; \\ x_{13} + x_{23} + 10 + 20 + 70 + v_{43} = 700. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_{12} = 260 + v_{41} - x_{13}; \\ v_{41} + v_{42} + 430 = x_{23} + x_{13}; \\ v_{41} + v_{42} + v_{43} = 170. \end{cases}$$

Таким образом, прочие затраты и нераспределённая прибыль составляют 170 руб. Распределим эту величину по подразделениям пропорционально численности работников.

Общая численность работников $Ч = 20 + 30 + 35 = 85$ чел.

Соответственно: $v_{41} = \frac{20}{85} \cdot 170 = 40$; $v_{42} = \frac{30}{85} \cdot 170 = 60$; $v_{43} = \frac{35}{85} \cdot 170 = 70$.

Так как $x_{12} = 2 \cdot x_{13}$, получим:

$$\begin{cases} 2 \cdot x_{13} = 260 + 40 - x_{13}; \\ x_{12} = 2 \cdot x_{13}; \\ x_{23} = 40 + 60 + 430 - x_{13}. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_{13} = 100; \\ x_{12} = 200; \\ x_{23} = 430. \end{cases}$$

Баланс после проведенных расчётов представим в таблице.

Таблица 2 – Стоимостной баланс изготовления детали А, руб.

Подразделения производители	Подразделения потребители			Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2	3		
1	2	3	4	5	6
1	0	200	100	0	300
2	0	0	430	0	430
3	0	0	0	700	700
Материальные затраты	200	50	10		

1	2	3	4	5	6
Амортизационные отчисления	10	20	20		
Заработная плата	50	100	70		
Прочие затраты и нераспределённая прибыль	40	60	70		
Валовые затраты	300	430	700		

Данный стоимостной баланс можно использовать для определения бюджетов структурных подразделений. Например, бюджет третьего структурного подразделения на изготовление 100 изделий вида А составит:

$$B = 100 \cdot 700 = 70000 \text{ руб.}$$

Из своего бюджета третье структурное подразделение оплачивает первому подразделению за изготовление комплектующих деталей для 100 изделий: $100 \cdot 100 = 10000$ руб., 2-му: $430 \cdot 100 = 43000$ руб. Оставшимися средствами коллектив (руководитель) подразделения может распоряжаться самостоятельно.

При составлении межотраслевого баланса в натуральном выражении исходят из того, что существует n отраслей, сектор конечного потребления и начальный ресурс – труд. Каждая отрасль использует в качестве ресурсов продукцию других отраслей и начальный ресурс (труд), выпуская при этом собственную продукцию, одна часть которой, в свою очередь, используется как производственный ресурс другими отраслями, а другая часть для конечного потребления.

Обозначим валовой выпуск i -й отрасли Q_i , величину выпуска данной отрасли, используемую в качестве производственного ресурса в отрасли j - Q_{ij} , а величину выпуска, используемого для конечного потребления - F_i . Количество начального ресурса, используемого j -й отраслью обозначим L_j . Тогда имеющиеся данные можно представить в табличном виде.

Таблица 3 – Информационная модель межотраслевого баланса в натуральном выражении

Отрасли производства	Отрасли потребления				Конечное потребление	Валовой выпуск
	1	2	...	n		
1	Q_{11}	Q_{12}	...	Q_{1n}	F_1	Q_1
2	Q_{21}	Q_{22}	...	Q_{2n}	F_2	Q_2
...
n	Q_{n1}	Q_{n2}	...	Q_{nn}	F_n	Q_n
Начальный ресурс (труд)	L_1	L_2		L_n	L_{n+1}	L

Вычитая из единичной матрицы матрицу технологических коэффициентов, имеем:

$$\begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1 - \alpha_{11})(-\alpha_{12}) \dots (-\alpha_{1n}) \\ (-\alpha_{21})(1 - \alpha_{22}) \dots (-\alpha_{2n}) \\ \dots \dots \dots \dots \\ (-\alpha_{n1})(-\alpha_{n2}) \dots (1 - \alpha_{nn}) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{pmatrix}.$$

Валовый выпуск отраслей, в зависимости от объёмов конечного потребления продукции:

$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1 - \alpha_{11})(-\alpha_{12}) \dots (-\alpha_{1n}) \\ (-\alpha_{21})(1 - \alpha_{22}) \dots (-\alpha_{2n}) \\ \dots \dots \dots \dots \\ (-\alpha_{n1})(-\alpha_{n2}) \dots (1 - \alpha_{nn}) \end{pmatrix}^{-1} \times \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{pmatrix}.$$

Обозначив коэффициенты обратной матрицы b_{ij} , получаем:

$$\begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11}b_{12} \dots b_{1n} \\ b_{21}b_{22} \dots b_{2n} \\ \dots \dots \dots \dots \\ b_{n1}b_{n2} \dots b_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{pmatrix}, \text{ или}$$

$$\begin{cases} Q_1 = b_{11}F_1 + b_{12}F_2 + \dots + b_{1n}F_n; \\ Q_2 = b_{21}F_1 + b_{22}F_2 + \dots + b_{2n}F_n; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Q_n = b_{n1}F_1 + b_{n2}F_2 + \dots + b_{nn}F_n. \end{cases}$$

Коэффициенты b_{ij} показывают, сколько i -го ресурса необходимо использовать для производства единицы j -го товара для конечного потребления.

После определения валового выпуска отраслей можно оценить необходимое количество начального ресурса, для чего определим соответствующие технологические коэффициенты (прямые нормы затрат труда):

$$l_j = \frac{L_j}{Q_j}, \text{ или } L_j = l_j Q_j.$$

Количество начального ресурса:

$$L = l_1 Q_1 + l_2 Q_2 + \dots + l_n Q_n.$$

Обозначим прямые и косвенные затраты начального ресурса, необходимые для производства единицы j -го товара конечного потребления s_j , тогда:

$$s_j = b_{1j}l_1 + b_{2j}l_2 + \dots + b_{nj}l_n,$$

и количество начального ресурса: $L = s_1 F_1 + s_2 F_2 + \dots + s_n F_n$.

Пример 4 Баланс экономики страны, состоящей из пяти отраслей, в натуральном выражении представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Баланс экономики страны в натуральном выражении, усл. ед.

Производство	Потребление					Конечное потребление	Валовый выпуск
	Сельское х-во	Швейная промышленность	Пищевая промышленность	Энергетика	Машиностроение		
Сельское хозяйство	0	2000	4200	0	0	5000	11200
Швейная промышленность	0	0	0	0	0	100	100
Пищевая промышленность	0	0	0	0	0	200	200
Энергетика	800	4000	5000	1000	20000	25000	55800
Машиностроение	1000	5000	8000	10000	15000	0	39000
Начальный ресурс (труд)	2000	500	1400	1800	3000		

Определить валовый выпуск отраслей через пять лет, если планируется увеличить объёмы конечного потребления продукции сельского хозяйства до 6000 у.е., швейной промышленности – 120 у.е., пищевой – 250 у.е., энергетики – 30000 у.е.

Решение:

Определим значения технологических коэффициентов:

$$\alpha_{11} = \frac{0}{11200} = 0; \quad \alpha_{12} = \frac{2000}{100} = 20; \quad \alpha_{13} = \frac{4200}{200} = 21; \quad \alpha_{14} = \frac{0}{55800};$$

$$\alpha_{15} = \frac{0}{39000} = 0;$$

$$\alpha_{21} = \frac{0}{11200}; \quad \alpha_{22} = \frac{0}{100} = 0; \quad \alpha_{23} = \frac{0}{200} = 0; \quad \alpha_{24} = \frac{0}{55800} = 0; \quad \alpha_{25} = \frac{0}{39000} = 0;$$

$$\alpha_{31} = \frac{0}{11200} = 0; \quad \alpha_{32} = \frac{0}{100} = 0; \quad \alpha_{33} = \frac{0}{200} = 0; \quad \alpha_{34} = \frac{0}{55800} = 0;$$

$$\alpha_{35} = \frac{0}{39000} = 0;$$

$$\alpha_{41} = \frac{800}{11200} = 0,071; \quad \alpha_{42} = \frac{4000}{100} = 40; \quad \alpha_{43} = \frac{5000}{200} = 25; \quad \alpha_{44} = \frac{1000}{55800} = 0,018;$$

$$\alpha_{45} = \frac{20000}{39000} = 0,513;$$

$$\alpha_{51} = \frac{1000}{11200} = 0,089; \quad \alpha_{52} = \frac{5000}{100} = 50; \quad \alpha_{53} = \frac{8000}{200} = 40; \quad \alpha_{54} = \frac{10000}{55800} = 0,179;$$

$$\alpha_{55} = \frac{15000}{39000} = 0,385.$$

Матрица технологических коэффициентов запишется в следующем виде:

$$A = \begin{vmatrix} 0 & 20 & 21 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,071 & 40 & 25 & 0,018 & 0,513 \\ 0,089 & 50 & 40 & 0,179 & 0,385 \end{vmatrix}.$$

Произведём необходимые вычисления:

$$\begin{vmatrix} (1 - \alpha_{11})(-\alpha_{12}) \dots (-\alpha_{1n}) \\ (-\alpha_{21})(1 - \alpha_{22}) \dots (-\alpha_{2n}) \\ \dots \dots \dots \dots \\ (-\alpha_{n1})(-\alpha_{n2}) \dots (1 - \alpha_{nn}) \end{vmatrix}^{-1} =$$

$$\begin{vmatrix} 1 & -20 & -21 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -0,071 & -40 & -25 & 0,982 & -0,513 \\ -0,089 & -50 & -40 & -0,179 & 0,615 \end{vmatrix}^{-1}$$

Для вычисления коэффициентов обратной матрицы воспользуемся программным продуктом EXCEL. В ячейки A1-E5 занесем коэффициенты матрицы. Выделим ячейки (A10-E14) в которые будут занесены коэффициенты обратной матрицы. Для вызова опции «мастер функций» нажмём кнопку f_x . Выберем категорию «математические функции» и функцию вычисления обратной матрицы «МОБР» (рис.1).

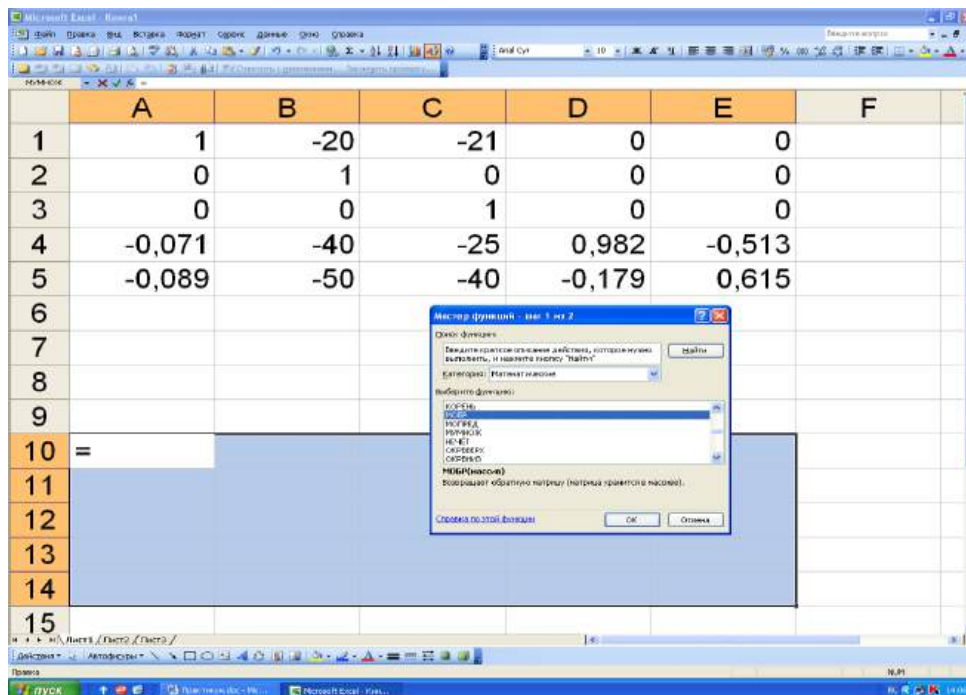


Рисунок 1 – Вызов функции расчёта коэффициентов обратной матрицы

Диалоговое окно функции «МОБР» показано на рисунке 6.2. В строку массив занесем координаты ячеек, в которых содержатся коэффициенты матрицы (A1-E5). После того как информация будет заведена в диалоговое окно, необходимо нажать на клавиатуре одновременно клавиши «Ctrl», «Shift», и «Enter».

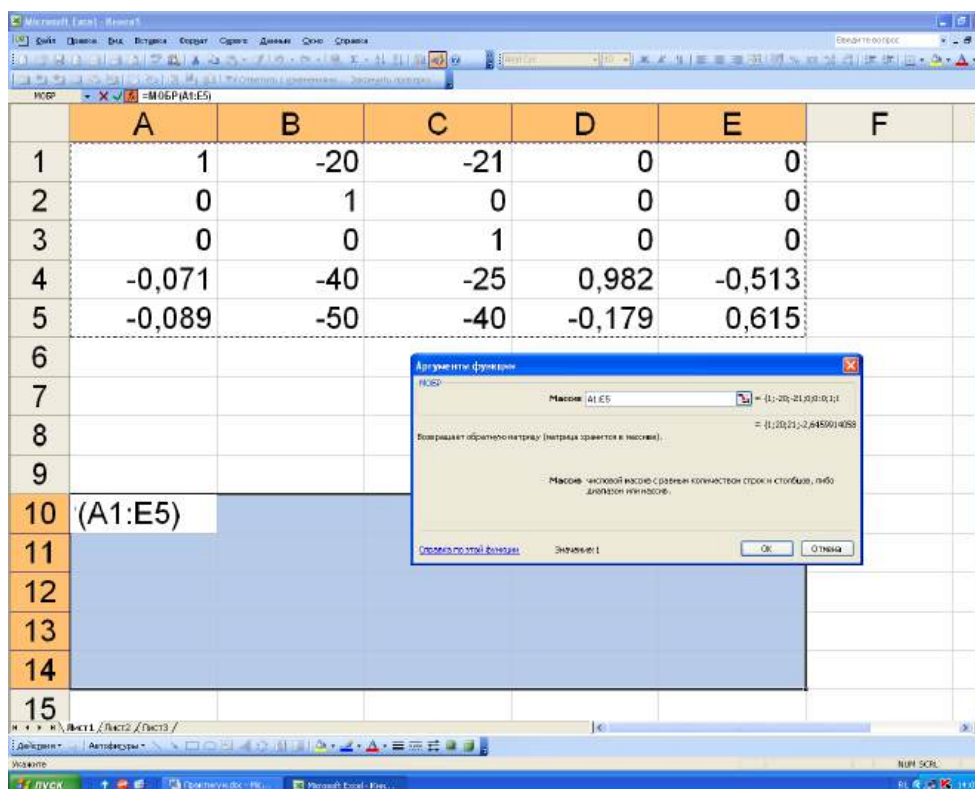


Рисунок 2 – Диалоговое окно функции «МОБР»

В ячейках A10-E14 (рис.6.3) появятся значения коэффициентов обратной матрицы.

Таким образом, получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} Q_1 = 1F_1 + 20F_2 + 21F_3; \\ Q_2 = 1F_2; \\ Q_3 = 1F_3; \\ Q_4 = 0,174F_1 + 101,613F_2 + 73,756F_3 + 1,201F_4 + 1,002F_5; \\ Q_5 = 0,195F_1 + 113,770F_2 + 89,547F_3 + 0,35F_4 + 1,918F_5. \end{cases}$$

	A	B	C	D	E
1	1	-20	-21	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	0
4	-0,071	-40	-25	0,982	-0,513
5	-0,089	-50	-40	-0,179	0,615
6					
7					
8					
9					
10	1,000	20,000	21,000	0,000	0,000
11	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
13	0,174	101,613	73,756	1,201	1,002
14	0,195	113,770	89,547	0,350	1,918
15					

Рисунок 3 – Результат расчёта коэффициентов обратной матрицы

Подставляя в данную систему уравнений плановые объёмы конечного потребления ($F_1 = 6000; F_2 = 120; F_3 = 250; F_4 = 30000$), получаем валовый выпуск отраслей:

$$\begin{cases} Q_1 = 1 \cdot 6000 + 20 \cdot 120 + 21 \cdot 250 = 13650; \\ Q_2 = 120; \\ Q_3 = 250; \\ Q_4 = 0,174 \cdot 6000 + 101,613 \cdot 120 + 73,756 \cdot 250 + 1,201 \cdot 30000 + 1,002 \cdot 0 = 67706,6; \\ Q_5 = 0,195 \cdot 6000 + 113,770 \cdot 120 + 89,547 \cdot 250 + 0,35 \cdot 30000 + 1,918 \cdot 0 = 47709,2. \end{cases}$$

Определим прямые нормы затрат трудовых ресурсов:

$$l_1 = \frac{2000}{11200} = 0,1786; \quad l_2 = \frac{500}{100} = 5; \quad l_3 = \frac{1400}{200} = 7; \quad l_4 = \frac{1800}{55800} = 0,032;$$

$$l_5 = \frac{3000}{39000} = 0,077.$$

Требуемое количество трудовых ресурсов:

$$L = 0,1786 \cdot 13650 + 5 \cdot 120 + 7 \cdot 250 + 0,032 \cdot 67706,6 + 0,077 \cdot 47709,2 = \\ = 2437,9 + 600 + 1750 + 2166,6 + 3673,6 = 10628,1.$$

Прямые и косвенные затраты труда на изготовление продукции:

$$s_1 = 1 \cdot 0,1786 + 0 \cdot 5 + 0 \cdot 7 + 0,174 \cdot 0,032 + 0,195 \cdot 0,077 = 0,1992; \\ s_2 = 20 \cdot 0,1786 + 1 \cdot 5 + 0 \cdot 7 + 101,613 \cdot 0,032 + 113,77 \cdot 0,077 = 20,584; \\ s_3 = 21 \cdot 0,1786 + 0 \cdot 5 + 1 \cdot 7 + 73,756 \cdot 0,032 + 89,547 \cdot 0,077 = 20,006; \\ s_4 = 0 \cdot 0,1786 + 0 \cdot 5 + 0 \cdot 7 + 1,201 \cdot 0,032 + 0,35 \cdot 0,077 = 0,065.$$

Требуемое количество трудовых ресурсов, рассчитанное через прямые и косвенные затраты труда:

$$L = 0,1992 \cdot 6000 + 20,584 \cdot 120 + 20,006 \cdot 250 + 0,065 \cdot 30000 = 10628,1.$$

Наименее трудозатратной продукцией, используемой для конечного потребления, является продукция энергетики. Обозначим цену единицы продукции энергетики C_4 , тогда, исходя из норм затрат труда справедливые цены на продукцию других отраслей составят:

$$C_1 = \frac{0,1992}{0,065} \cdot C_4 = 3,04 \cdot C_4; \\ C_2 = \frac{20,584}{0,065} \cdot C_4 = 314,83 \cdot C_4; \\ C_3 = \frac{20,006}{0,065} \cdot C_4 = 305,99 \cdot C_4.$$

Таким образом, алгоритм использования балансового метода (баланса в натуральном выражении) для макроэкономического планирования можно представить в виде следующих этапов:

1. Расчёт конечного потребления различных видов продукции;
2. Определение технологических коэффициентов;
3. Расчёт валового производства отраслей;
4. Определение норм затрат трудовых ресурсов и «справедливых» цен реализации продукции.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Стоимостной баланс экономики, состоящей из трёх отраслей представлен в таблице 1.

Определите индексы роста цен в отраслях, если известно, что объёмы материального производства остались на прежнем уровне, заработная плата в первой отрасли выросла в 1,2 раза, во второй в 1,1 раза, а в третьей осталась неизменной.

Таблица 1 – Стоимостной баланс экономики, млрд. руб.

Отрасли производства	Отрасли потребления			Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2	3		
1	20	10	15	90	135
2	20	20	15	17	72
3	30	10	15	42	97
Амортизация	10	5	10		
Заработная плата	40	20	30		
Прибыль	10	5	8		
Налоги	5	2	4		
Валовые затраты	135	72	97		

Задача 2. На сельскохозяйственном предприятии выделено два производства - возделывания и хранения овощей. Стоимостной баланс возделывания и хранения картофеля представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Стоимостной баланс производства и хранения 1 тонны картофеля, руб.

Подразделения Производители	Подразделения потребители		Конечный продукт	Валовый выпуск
	Возделывание картофеля	Хранение картофеля		
Возделывание Картофеля	x_{11}	x_{12}	0	x_1
Хранение картофеля	0	x_{22}	13000	x_2
Материальные затраты	4000	2000		
Амортизационные Отчисления	1500	1000		
Заработная плата	1500	1000		
Прочие затраты и нераспределенная прибыль	1000	1000		
Валовые затраты	x_1	x_2		

В каждом подразделении работает по 20 работников. Затраты на собственные нужды (картофель на посадку) подразделения по возделыванию картофеля составляют 20% от валовых затрат ($x_{11} = 0,2 \cdot x_1$). Затраты на хранение картофеля, которые несёт подразделение хранения составляют 20% от валовых затрат по производству ($x_{22} = 0,2 \cdot x_1$).

Определите бюджет каждого подразделения, если планируется произвести 2000 тонн картофеля, при этом 800 тонн будет реализовано сразу, а реализация остального картофеля планируется через склады хранения.

Задача 3. В экономике, состоящей из трёх отраслей, матрица технологических коэффициентов α_{ij} имеет следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,2 \\ 0,3 & 0,2 & 0,4 \\ 0,3 & 0,4 & 0,1 \end{pmatrix}.$$

При полном использовании производственных возможностей первая отрасль может произвести 717, вторая – 1340, третья – 1390 единиц продукции.

Определите объём конечного потребления продукции данных отраслей, если известно, что производственные мощности первой и второй отраслей загружены на 100%, а третьей на 80%.

Задача 4. В экономике, состоящей из трёх отраслей, матрица технологических коэффициентов α_{ij} имеет следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,2 \\ 0,3 & 0,2 & 0,4 \\ 0,3 & 0,4 & 0,1 \end{pmatrix}.$$

Планируемый объём потребления составляет:

$$F = \begin{pmatrix} 1000 \\ 1500 \\ 2000 \end{pmatrix}.$$

Определите валовый выпуск.

Задача 5. Стоимостной баланс экономики, состоящей из трёх отраслей представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимостной баланс экономики, млрд. руб.

Отрасли производства	Отрасли потребления			Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2	3		
1	20	10	15	90	135
2	20	20	15	17	72
3	30	10	15	42	97
Добавленная стоимость	65	32	52		
Валовые затраты	135	72	97		

Определите, как изменится баланс, если конечный продукт первой отрасли останется без изменений, второй отрасли увеличится в 2 раза, а третьей отрасли уменьшится на 20%.

Задача 6. Стоимостной баланс экономики, состоящей из трёх отраслей представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимостной баланс экономики, млрд. руб.

Отрасли производства	Отрасли потребления			Конечный продукт	Валовый выпуск
	1	2	3		
1	20	10	15	90	135
2	20	20	15	17	72
3	30	10	15	42	97
Добавленная стоимость	65	32	52		
Валовые затраты	135	72	97		

Определите, как изменится добавленная стоимость по отраслям, если цены на ресурсы первой отрасли вырастут в 1,2 раза, на ресурсы второй отрасли в 1,1 раза, а цены на ресурсы третьей отрасли останутся неизменными.

Задача 7. Для производства 1 кг масла в качестве ресурса затрачивается 10 литров молока, а для производства 1 кг сыра – 5 литров молока и 0,5 кг масла. Плановое потребление молока – 100000 литров, масла – 10000 кг, сыра – 15000 кг. Определите необходимый валовый выпуск молока, сыра и масла.

Тема 9. Графический метод планирования (сетевое моделирование экономических процессов)

Графический метод планирования применяется для визуализации организационно-управленческих процессов. С помощью данного метода выявляются и устанавливаются взаимосвязи между отдельными работами, рассчитываются необходимые параметры, представляется в наглядном виде информация. На практике наибольшее применение нашли линейные и сетевые графики.

Первой формой линейного графика был график разработанный Генри Л. Гантом, который представлял собой отрезки соответствующие определенным работам (соответствие по принципу длительность работы, час – длина отрезка, мм), размещённые вдоль горизонтальной шкалы времени (рисунок 1).

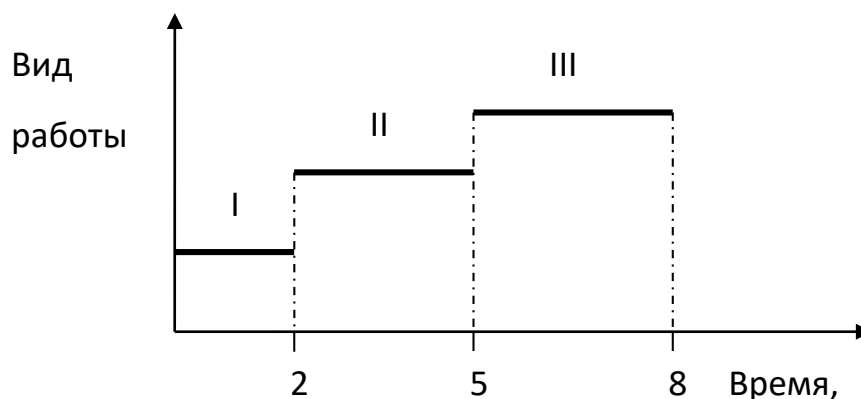
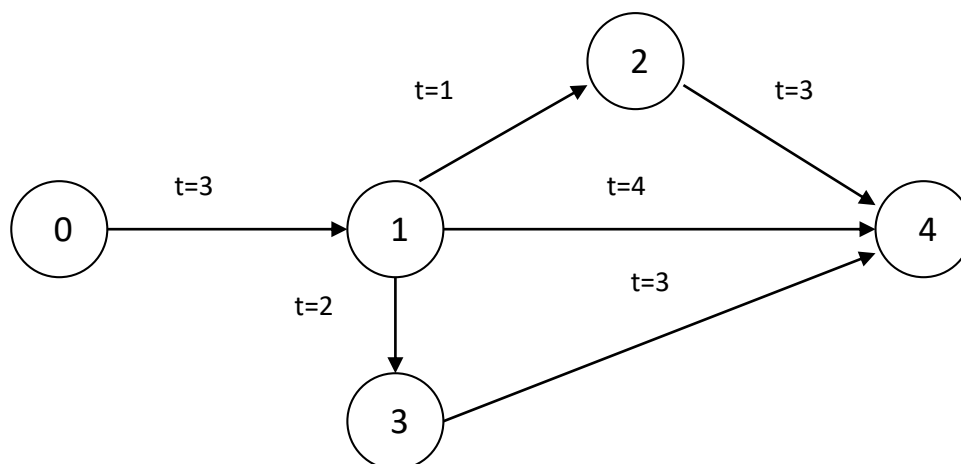


Рисунок 1 – Макет (пример) формата линейного графика

График (диаграмма) Ганта позволяет визуально оценить последовательность выполнения работ, относительную длительность и общую трудоёмкость работ, а также сравнить планируемый и реальный ход выполнения работ.



t – продолжительность выполнения работы (часы, месяцы и пр.)

Рисунок 2 – Макет (пример) формата сетевого графика

Сетевые графики стали применяться на практике начиная с 1950-х годов. Сетевой график представляет собой множество вершин, соединённых между собой дугами (рис. 2). Каждая вершина представляет собой факт наступления определённого события, а дуга символизирует выполнение определенной работы. Каждой дуге приписываются количественные характеристики, необходимые для выполнения работы.

С помощью сетевых графиков моделируются процессы реализации проектов. Начало и конец реализации проекта связаны множеством путей, длины которых различны. Наибольшая длина определяет длительность проекта, соответствующий ей путь называют критическим. Ход выполнения работ, лежащих на критическом пути, следует постоянно контролировать.

На сегодняшний день разработаны программные средства, позволяющие в диалоговом режиме разрабатывать линейные и сетевые графики, например, Microsoft Project, Open Proj. Если в силу разных причин отсутствует возможность использования специализированных программ, то диаграмму Ганта можно построить в программе Excel.

Пример Перечень работ по реализации проекта строительства здания приведён в таблице 1. Необходимо построить сетевой график реализации проекта и определить сроки реализации проекта.

Таблица 1 – Перечень работ по строительству здания

Работа	Продолжительность выполнения, мес.	Количество исполнителей, чел.
1	2	3
Проектирование здания	2	6
Оформление заказа на строительные материалы и их получение	2	4
Подготовка строительной техники и оборудования к работе	1	6
Подготовка строительной площадки	1	8
Рытье траншей под фундамент	1,5	4
Строительство здания	4	16
Подведение коммуникаций	1	6
Планировка и оформление придворовой территории	1	4
Подключение коммуникаций	1	4
Внутренняя отделка помещений	2	6
Озеленение территории	0,5	4

Решение:

Для построения сетевого графика определим перечень событий:

0 – начало работ;

1 – готов проект здания;

2 – оформлен заказ и получены строительные материалы;

3 – строительная техника подготовлена к работе;

4 – подготовлена строительная площадка и вырыты траншеи под фундамент;

5 – возведено здание;

6 – проведена планировка и оформлена придворовая территория;

7 – подведены коммуникации;

8 – здание готово к эксплуатации.

На основе перечня событий и работ построим сетевой график (рис. 3).

Согласно сетевому графику, работы будут иметь следующую кодировку:

«0-1» - проектирование здания;

«1-2» - оформление заказа на строительные материалы и их получение;

«1-3» - подготовка строительной техники и оборудования к работе;

«1-4» - подготовка строительной площадки;

«3-4» - рытье траншеи под фундамент;

«3-7» - подведение коммуникаций;

«4-5» - строительство здания;

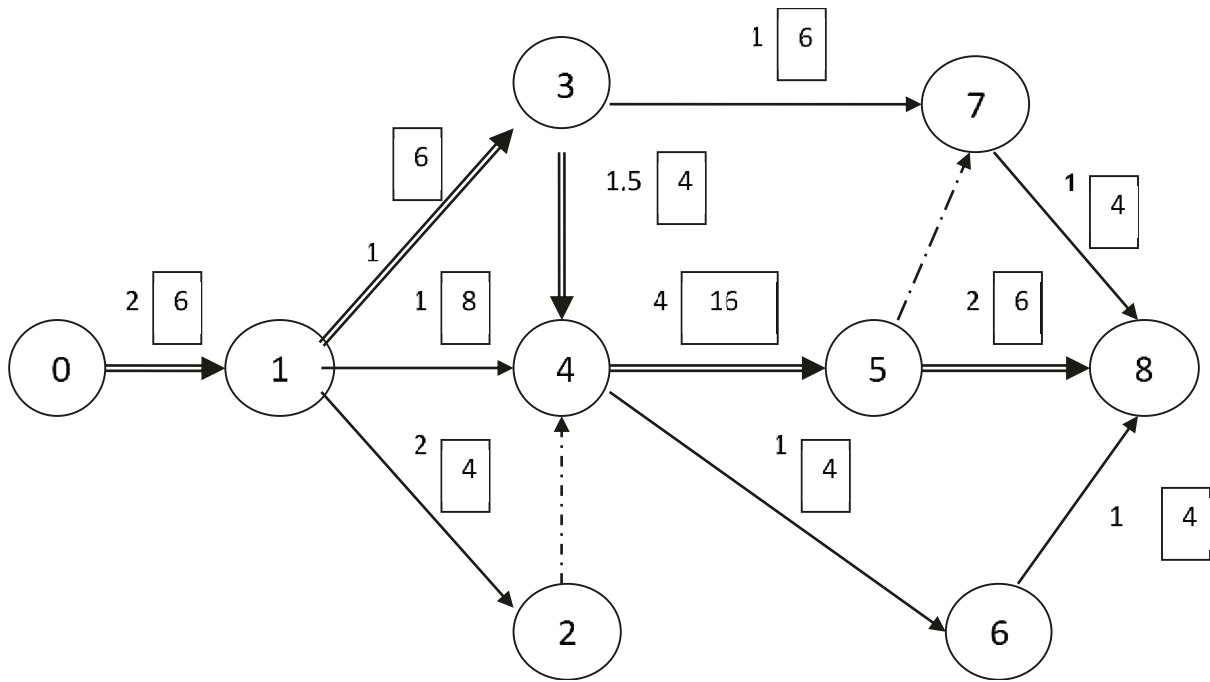
«4-6» - планировка и оформление придворовой территории;

«5-8» - внутренняя отделка помещений;


«6-8» - озеленение территории;

«7-8» - подключение коммуникаций.

Изобразим выполняемые работы на линейном графике (рисунок 4).



Числа над работами указывают их продолжительность;

 - потребление ресурса;

 - критический путь

Рисунок 3 – Сетевой график проекта строительства здания

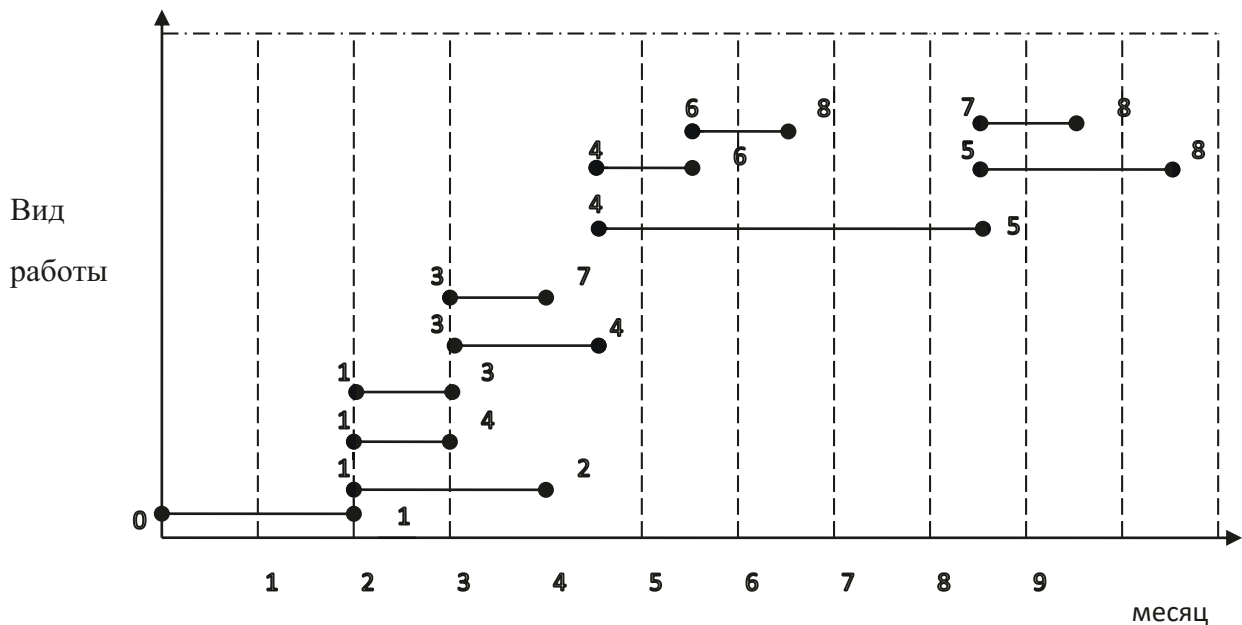


Рисунок 4 – Линейный график выполнения работ

На основе линейного графика (рис. 4) и трудозатрат при выполнении работ (табл. 1) построим график потребности в персонале по ходу реализации проекта (рис. 5).

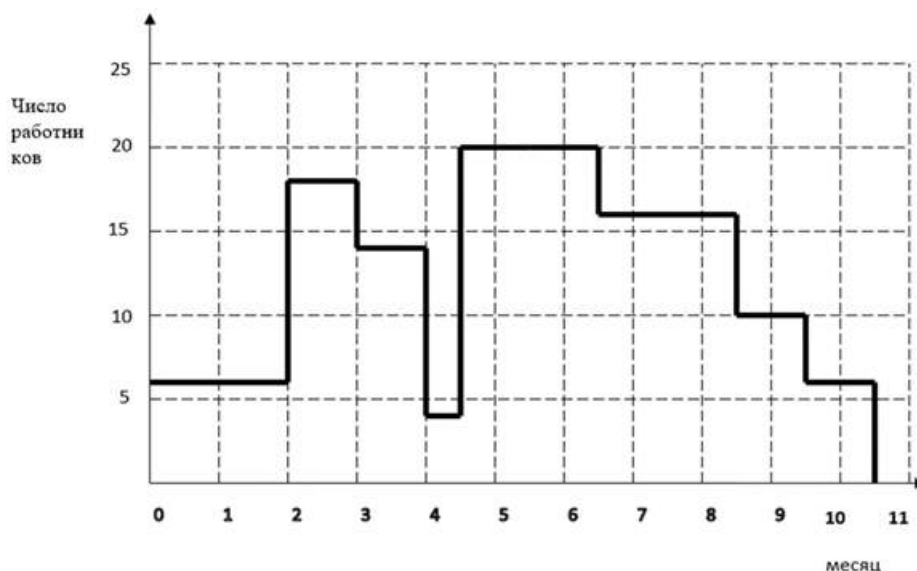


Рисунок 5 – Численность исполнителей по ходу реализации проекта

Как видно из графика (рис.5) максимальная численность персонала составляет 20 человек в период с 4,5 по 6,5 мес., минимальная 4 человека. Следует также отметить существенную вариацию численности исполнителей по ходу реализации проекта.

Соблюдая сроки реализации проекта, и задаваясь целью снизить максимальную численность исполнителей проекта, изменим последовательность выполнения работ (рис. 6).

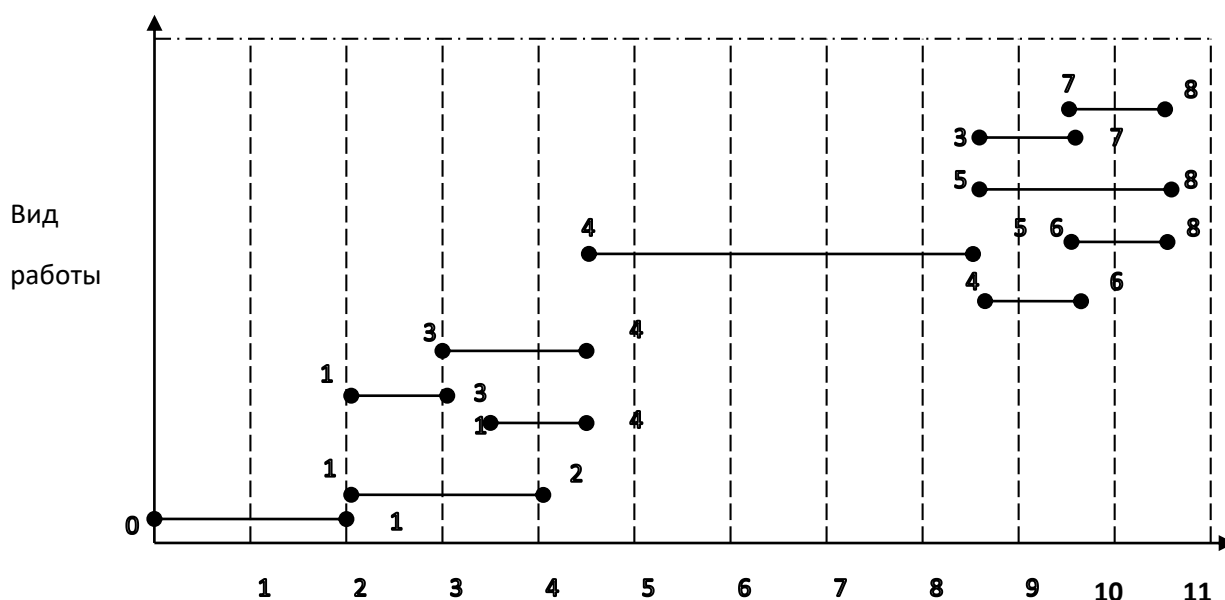


Рисунок 6 – Планируемый график выполнения работ

В этом случае удаётся сократить максимальную численность исполнителей до 16 человек и снизить её вариацию (рис.7).

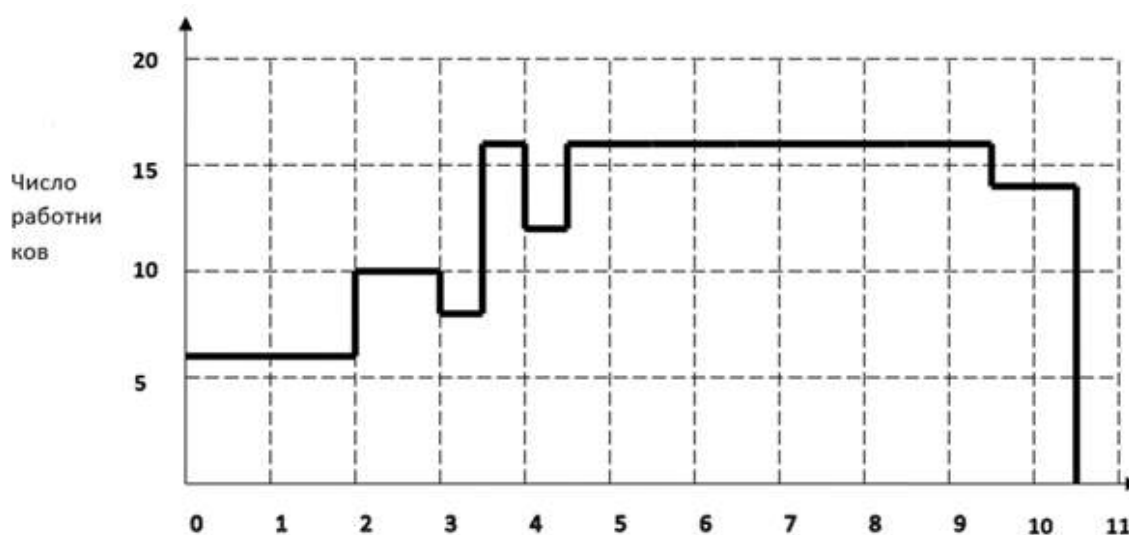


Рисунок 7 – Планируемая численность исполнителей по ходу реализации проекта

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. В таблице 1 представлен производственный план бригады на одну смену. Используя график Ганта, спланируйте состав и последовательность работ для каждого работника, если известно, что бригада состоит из трёх человек.

Таблица 1 – Производственный план и нормативы затрат времени на изготовление изделий

Изделие	Объём производства, шт.	Норма штучного времени, мин.	Подготовительно-заключительное время, мин.
А	40	4	10
Б	20	6	10
В	30	8	10
Г	10	12	5
Д	100	2	20
Е	75	3	15
Ж	60	3	10

Задача 2. Перечень работ по реализации проекта по сооружению линии электропередачи приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень работ по сооружению линии электропередачи

Работа	Продолжительность выполнения, мес.	№ предшествующей работы
1	2	3
1. Подготовка к работам	0,5	-
2. Трассировка ЛЭП	2	1
3. Проведение изысканий по трассе ЛЭП	4	2

1	2	3
4. Технико-экономическое обоснование сооружения ЛЭП	3	3
5. Проектирование ЛЭП	3	3
6. Оформление заказа на строительные-монтажные материалы	1	4, 5
7. Оформление заказа на опоры	1	4, 5
8. Оформление заказа на провода, изоляторы, грозозащитный трос	1	4, 5
9. Получение строительного-монтажных материалов	2	6
10. Получение опор	2	7
11. Установка опор	1,5	9, 10
12. Получение проводов, троса, изоляторов	2	8
13. Подвеска проводов, грозозащитного троса	2,5	11, 12
14. Маркировка и проведение испытаний	1	13

Постройте сетевой и линейный графики реализации проекта сооружения линии электропередачи. Определите сроки реализации проекта.

Задача 3. Перечень работ по реализации проекта по сооружению трубопровода приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень работ по сооружению трубопровода

Работа	Продолжительность выполнения, мес.	№ предшествующей работы
1. Подготовка к работам	2	-
2. Доставка труб	3	1
3. Расчистка и планировка трассы	1,5	1
4. Рытьё траншей первой очереди	0,5	3
5. Укладка и сварка труб первого участка	2	2, 4
6. Рытьё траншей второй очереди	1	4
7. Укладка и сварка труб второго участка	4	5, 6
8. Контроль сварных соединений первой очереди	2	5
9. Изоляция первой очереди	1	8
10. Контроль сварных соединений второй очереди	3	7, 8
11. Изоляция второй очереди	1,5	9, 10
12. Обратная засыпка первой очереди	0,5	9
13. Обратная засыпка второй очереди	1	11, 12

Постройте сетевой и линейный график реализации проекта сооружения трубопровода. Определите сроки реализации проекта.

Задача 4. Перечень работ по реализации проекта по сооружению подстанции приведён в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень работ по сооружению подстанции

Работа	Продолжительность выполнения, мес.	№ предшествующей работы
1. Проектирование подстанции	2	-
2. Подготовка документов проекта сооружения подстанции	1	1
3. Оформление заказа на строительные материалы	2	1, 2
4. Оформление заказа на трансформаторы	2	1, 2
5. Оформление заказов на оборудование для подстанции	2	1, 2
6. Получение строительных материалов	1	3
7. Получение трансформаторов	3	4
8. Получение оборудования для подстанции	2	5
9. Строительство здания подстанции	2	6
10. Монтаж трансформаторов	1	7, 9
11. Установка оборудования подстанции	1,5	8, 10
12. Приемка подстанции комиссией, проведение испытаний	1	11

Постройте сетевой и линейный графики реализации проекта сооружения подстанции. Определите сроки реализации проекта.

Задача 5. В таблице 5 представлен производственный план бригады на одну смену.

Таблица 5 – Производственный план и нормативы затрат времени на изготовление изделий

Изделие	Объём производства, шт.	Норма штучного времени, мин.	Подготовительно-заключительное время, мин.
А	30	4	10
Б	20	6	10
В	25	8	10
Г	15	12	5
Д	160	2	20
Е	100	3	15
Ж	50	5	10
З	40	7	10

Используя график Ганта, спланируйте состав и последовательность работ для каждого работника, если известно, что бригада состоит из четырёх человек.

Раздел III. Прикладные аспекты планирования и прогнозирования на предприятии

Тема 10. Планирование материального обеспечения производственного процесса

Пример 1 В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	0,2	0,6	-	-	60
Пластмасса	-	-	0,3	-	80
Медь	-	-	-	0,4	300

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	2	4	1	1	2000
Б	4	2	2	0	1500
В	8	4	3	2	1000

Годовые затраты на хранение материалов составляют 20% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещённой в Ленинградской области. Затраты на одну поездку 9000 руб. Определите потребность производства в материальных ресурсах и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Решение:

На основе норм затрат материалов на изготовление деталей и применяемости деталей в изделиях определим нормы затрат материалов на изготовление изделий, например, для изделия А:

$$m_{CA} = 0,2 \cdot 2 + 0,6 \cdot 4 = 2,8 \text{ кг.};$$

$$m_{IA} = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ кг.};$$

$$m_{MA} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ кг.}$$

Аналогично рассчитываются нормы расхода материалов по изделиям Б и В. Результаты расчёта норм затрат материалов на изготовление изделий сведём в таблицу 3.

Таблица 3 – Нормы затрат материалов на изготовление изделий, кг/шт.

Материал	Изделие		
	А	Б	В
Сталь	2,8	2	4
Пластмасса	0,3	0,6	0,9
Медь	0,4	0	0,8

Матрицу норм расхода материалов на изготовление изделий можно также определить путём перемножения матрицы норм затрат материалов на изготовление деталей на транспонированную матрицу применимости деталей в изделиях:

$$\begin{vmatrix} m_{CA} & m_{CB} & m_{CV} \\ m_{PA} & m_{PB} & m_{PV} \\ m_{MA} & m_{MB} & m_{MV} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,2 & 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,4 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 2 & 4 & 8 \\ 4 & 2 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 2 \end{vmatrix}.$$

Для вычисления норм расхода материалов рекомендуем использовать программу EXCEL (примеры решения задач с использованием программы EXCEL были приведены выше).

Требуемое количество материалов на выполнение производственной программы:

$$M_C = 2,8 \cdot 2000 + 2 \cdot 1500 + 4 \cdot 1000 = 12600 \text{ кг.};$$

$$M_{II} = 0,3 \cdot 2000 + 0,6 \cdot 1500 + 0,9 \cdot 1000 = 2400 \text{ кг.};$$

$$M_M = 0,4 \cdot 2000 + 0 \cdot 1500 + 0,8 \cdot 1000 = 1600 \text{ кг.},$$

или в матричном виде:

$$\begin{vmatrix} M_C \\ M_{II} \\ M_M \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,8 & 2 & 4 \\ 0,3 & 0,6 & 0,9 \\ 0,4 & 0 & 0,8 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 2000 \\ 1500 \\ 1000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 12600 \\ 2400 \\ 1600 \end{vmatrix}.$$

Затраты на материальные ресурсы:

$$Z_M = 12600 \cdot 60 + 2400 \cdot 80 + 1600 \cdot 300 = 1428000 \text{ руб.}$$

Затраты на хранение 1 кг материалов определим (согласно условию задачи) как 20% от их стоимости:

$$S_{xpC} = \frac{60 \cdot 20\%}{100\%} = 12 \text{ руб./кг.};$$

$$S_{xpII} = \frac{80 \cdot 20\%}{100\%} = 16 \text{ руб./кг.};$$

$$S_{xpM} = \frac{300 \cdot 20\%}{100\%} = 60 \text{ руб./кг.}$$

Интервал между поездками:

$$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 9000}{12 \cdot 12600 + 16 \cdot 2400 + 60 \cdot 1600}} = 0,251 \text{ г.}, \text{ или } I = 0,251 \cdot 365 = 91 \text{ день},$$

здесь 365 – количество дней в году.

Таким образом, поездки за материалами целесообразно осуществлять один раз в три месяца.

Определим среднедневную интенсивность расхода материалов:

$$q_c = \frac{12600}{365} = 34,521 \text{ кг/день};$$

$$q_n = \frac{2400}{365} = 6,575 \text{ кг/день};$$

$$q_m = \frac{1600}{365} = 4,384 \text{ кг/день}.$$

Количество материалов, привозимых за одну поездку, составит:

$$M_{c1} = 91 \cdot 34,521 \approx 3150 \text{ кг};$$

$$M_{n1} = 91 \cdot 6,575 \approx 600 \text{ кг};$$

$$M_{m1} = 91 \cdot 4,384 \approx 400 \text{ кг}.$$

Затраты на материалы, привозимые за одну поездку:

$$Z_{M1} = 3150 \cdot 60 + 600 \cdot 80 + 400 \cdot 300 = 357000 \text{ руб.}$$

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объем производства изделий в следующем году.

Годовые затраты на хранение материалов составляют 25% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещенной в Ленинградской области. Поставки могут осуществляться автомобилем КамАЗ, грузоподъемностью 10 тонн - $S_{mp} = 12000$ руб., или автомобилем ЗИЛ, грузоподъемностью 5 тонн - $S_{mp} = 10000$ руб.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб/кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	0,2	0,6	-	-	80
Пластмасса	-	-	0,3	0,2	100

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	4	6	2	8	8000
Б	1	2	4	6	3000
В	6	8	4	6	2500

Определите потребность производства в материальных ресурсах. Выберите автомобиль для поставки материалов и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Задача 2. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	1,2	0,6	-	-	60
Пластмасса	-	-	0,4	0,6	100

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	2	3	6	4	6000
Б	4	4	0	1	3500

Годовые затраты на хранение материалов составляют 25% от их стоимости. Поставки могут осуществляться автомобилем КамАЗ, грузоподъёмностью 10 тонн или автомобилем ЗИЛ, грузоподъёмностью 5 тонн.

Сталь поставляется с базы, размещённой в Ленинградской области. Затраты на одну поставку автомобилем КамАЗ - 12000 руб., автомобилем ЗИЛ – 10000 руб. Пластмасса поставляется с базы, размещённой в Московской области. Затраты на одну поставку автомобилем КамАЗ - 15000 руб., автомобилем ЗИЛ – 13000 руб.

Определите потребность производства в материальных ресурсах и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Задача 3. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	1,2	1,6	-	-	60
Пластмасса	-	-	1,3	-	80
Медь	-	-	-	0,4	250

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	2	4	6	1	8000
Б	4	2	2	4	3000
В	8	4	3	2	4000

Годовые затраты на хранение материалов составляют 25% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещенной в Ленинградской области. Затраты на одну поездку 15000 руб. Определите потребность производства в материальных ресурсах и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Задача 4. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	0,2	0,6	-	-	80
Пластмасса	-	-	0,3	0,2	100

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	4	6	2	8	6000
Б	1	2	4	6	4500
В	6	8	4	6	3000

Годовые затраты на хранение материалов составляют 20% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещённой в Ленинградской области. Поставки могут осуществляться автомобилем КамАЗ, грузоподъёмностью 10 тонн - $S_{mp} = 10000$ руб., или автомобилем ЗИЛ, грузоподъёмностью 5 тонн - $S_{mp} = 7000$ руб.

Задача 5. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	1,2	1,6	-	-	60
Пластмасса	-	-	1,3	-	80
Медь	-	-	-	0,4	300

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	2	4	1	1	2000
Б	4	2	2	0	3000
В	8	4	3	2	4000

Годовые затраты на хранение материалов составляют 20% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещённой в Ленинградской области. Затраты на одну поездку 9000 руб. Определите потребность производства в материальных ресурсах и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Задача 6. В таблице 1 приведены нормы затрат материалов на изготовление деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 1 – Нормы затрат материалов на изготовление деталей, кг

Материал	Детали				Цена материала, руб./кг
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Сталь	0,2	0,6	-	-	80
Пластмасса	-	-	0,3	0,2	100

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	4	6	2	8	4000
Б	1	2	4	6	3000
В	6	8	4	6	2500

Годовые затраты на хранение материалов составляют 20% от их стоимости. Материалы поставляются с базы, размещённой в Ленинградской области. Поставки могут осуществляться автомобилем КамАЗ,

грузоподъёмностью 10 тонн - $S_{mp} = 12000$ руб., или автомобилем ЗИЛ, грузоподъёмностью 5 тонн - $S_{mp} = 9000$ руб.

Определите потребность производства в материальных ресурсах. Выберите автомобиль для поставки материалов и составьте план материального обеспечения производства, если известно, что предприятие работает в течение года с одинаковой ритмичностью выпуска продукции.

Тема 11. Планирование трудоёмкости выполнения работ, оплаты труда и численности персонала

Пример 1 В таблице 1 приведены нормы затрат времени (штучно-калькуляционное время) на обработку деталей.

Таблица 1 – Нормы затрат времени на изготовление деталей, мин.

Операция	Детали				Ставка оплаты труда, руб./час
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Токарная	4	8	10	11	100
Сверлильная	1,5	3	4	-	80
Шлифовальная	6	-	8	11	120

В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году.

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	2	4	1	1	2000
Б	4	2	2	0	1500
В	8	4	3	2	1000

Фонд рабочего времени $\Phi = 1800$ часов. Коэффициент выполнения норм $k_g = 1,1$. Коэффициент приведения явочной численности к списочной $k_{np} = 1,12$. Определите трудоёмкость выполнения работ и требуемую численность работников каждой профессии. Спроектируйте параметры сдельно-премиальной системы оплаты труда.

Решение:

Исходя из норм затрат времени на обработку деталей и применяемости деталей в изделиях определим нормы затрат времени на изготовление изделий, например, для изделия А:

$$t_{ТА} = 4 \cdot 2 + 8 \cdot 4 + 10 \cdot 1 + 11 \cdot 1 = 61 \text{ мин.};$$

$$t_{СА} = 1,5 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 1 = 19 \text{ мин.};$$

$$t_{ША} = 6 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 11 \cdot 1 = 31 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываются нормы затрат времени на обработку изделий Б и В. Результаты расчета норм затрат времени на изготовление изделий сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Нормы затрат времени на изготовление изделий, мин./шт.

Операция	Изделие		
	А	Б	В
Токарная	61	52	116
Сверлильная	19	20	36
Шлифовальная	31	40	94

Матрицу норм затрат времени на изготовление изделий можно также определить путем перемножения матрицы норм затрат времени на обработку деталей на транспонированную матрицу применяемости деталей в изделиях:

$$\begin{vmatrix} t_{ТА} & t_{ТБ} & t_{ТВ} \\ t_{СА} & t_{СБ} & t_{СВ} \\ t_{ША} & t_{ШБ} & t_{ШВ} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 8 & 10 & 11 \\ 1,5 & 3 & 4 & 0 \\ 6 & 0 & 8 & 11 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 2 & 4 & 8 \\ 4 & 2 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 61 & 52 & 116 \\ 19 & 20 & 36 \\ 31 & 40 & 94 \end{vmatrix}.$$

Трудоёмкость выполнения работ по операциям составляет:

$$T_T = 61 \cdot 2000 + 52 \cdot 1500 + 116 \cdot 1000 = 316000 \text{ мин.};$$

$$T_C = 19 \cdot 2000 + 20 \cdot 1500 + 36 \cdot 1000 = 104000 \text{ мин.};$$

$$T_{Ш} = 31 \cdot 2000 + 40 \cdot 1500 + 94 \cdot 1000 = 216000 \text{ мин.},$$

или в матричном виде:

$$\begin{vmatrix} T_T \\ T_C \\ T_{Ш} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 61 & 52 & 116 \\ 19 & 20 & 36 \\ 31 & 40 & 94 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 2000 \\ 1500 \\ 1000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 316000 \\ 104000 \\ 216000 \end{vmatrix}.$$

Явочная численность работников:

$$Ч_{яТ} = \frac{316000}{1800 \cdot 60 \cdot 1,1} = 2,66 \text{ чел.};$$

$$Ч_{яС} = \frac{104000}{1800 \cdot 60 \cdot 1,1} = 0,88 \text{ чел.};$$

$$Ч_{яШ} = \frac{216000}{1800 \cdot 60 \cdot 1,1} = 1,82 \text{ чел.}$$

Списочная численность работников:

$$Ч_{снТ} = 2,66 \cdot 1,12 = 2,97 \text{ (3 чел.)};$$

$$Ч_{снС} = 0,88 \cdot 1,12 = 0,98 \text{ (1 чел.)};$$

$$Ч_{снШ} = 1,82 \cdot 1,12 = 2,04 \text{ (2 чел.)}.$$

Расчёт фонда оплаты труда приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета фонда оплаты труда

Профессия	Численность работников	Фонд рабочего времени, час	Почасовая ставка оплаты труда, руб/час	Затраты на оплату труда, руб.
Токарь	3	1800	100	540000
Сверловщик	1	1800	80	144000
Шлифовальщик	2	1800	120	432000
Итого				1116000

Спроектируем параметры сдельно-премиальной системы оплаты труда. Одним из основных параметров сдельно-премиальной системы оплаты труда является размер премии, выплачиваемой в случае выполнения работником планового задания. Пусть размер премии составляет 25% от величины сдельной оплаты труда. Тогда сдельная часть оплаты труда составит:

$$z_{омс} = \frac{z_{ом}}{100\% + 25\%} = \frac{z_{ом}}{1,25} \cdot 100\%$$

Результаты расчёта сдельной и премиальной частей оплаты труда сведём в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчёта сдельной и премиальной частей оплаты труда, руб.

Профессия	Затраты на оплату труда	Сдельная часть	Премиальная часть
Токарь	540000	432000	108000
Сверловщик	144000	115200	28800
Шлифовальщик	432000	345600	86400
Итого	1116000	892800	223200

Исходя из трудоёмкости выполняемых работ и сдельной части оплаты труда, определим стоимость 1 минуты работы работников разных профессий:

$$z_{1т} = 432000 / 316000 = 1,367 \text{ руб.};$$

$$z_{1с} = 115200 / 104000 = 1,108 \text{ руб.};$$

$$z_{1ш} = 345600 / 216000 = 1,6 \text{ руб.}$$

Перемножив сдельную стоимость 1 минуты работы на соответствующие нормы затрат времени на обработку деталей (табл. 1) получим размеры сдельной оплаты труда за обработку деталей на операциях. Результаты расчёта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Ставки сдельной оплаты труда за обработку деталей на операциях, руб.

Операция	Детали			
	Д1	Д2	Д3	Д4
Токарная	5,47	10,94	13,67	15,04
Сверлильная	1,66	3,32	4,43	-
Шлифовальная	9,6	-	12,8	17,6

Пример 2 Предприятие розничной торговли имеет пять точек реализации продукции, которые работают без выходных дней с 10.00 до 20.00. Определите требуемую численность продавцов, если фонд рабочего времени составляет 168 часов в месяц. Коэффициент приведения явочной численности к списочной - $k_{пр} = 1,12$. Спроектируйте параметры сдельной, повременной, повременной-премиальной, сдельно-премиальной системы оплаты труда. Планируемый размер заработной платы продавца составляет 12000 рублей в месяц. Статистические данные о величине выручки торговых точек приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Выручка предприятия с пяти торговых точек, руб.

Месяц	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Выручка	1400000	1500000	1450000	1600000	1550000

Решение:

Определим трудоёмкость работы продавцов пяти точек:

$$T_{\Pi} = (20 - 10) \cdot 5 \cdot 30 = 1500 \text{ часов,}$$

Здесь 30 – число рабочих дней в месяце.

Явочная численность продавцов:

$$Ч_{яП} = \frac{1500}{168} = 8,93 \text{ чел.}$$

Списочная численность продавцов:

$$Ч_{спП} = 8,93 \cdot 1,12 = 10 \text{ чел.}$$

Задачей руководителя торгового предприятия является увеличение объемов продаж товаров торговыми точками. Если менеджер установит для продавца повременную систему оплаты труда – 12000 руб./мес., то продавец не будет мотивирован качественно обслуживать клиентов и тем самым создавать предпосылки к увеличению объёмов продаж. При повременной системе оплаты труда продавец будет стремиться отработать рабочий день с минимальными трудозатратами. То есть менеджер и продавец имеют различные цели. Поэтому возникает необходимость внедрения системы оплаты труда продавца, направленной на мотивацию продавца к качественному обслуживанию покупателей, следствием чего будет увеличение объёмов продаж.

Например, в случае сдельной оплаты труда заработная плата продавца имеет линейную зависимость от выручки. Определим среднеарифметическую выручку предприятия:

$$\bar{B} = \frac{1400000 + 1500000 + 1450000 + 1600000 + 1550000}{5} = 1500000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда 10-ти продавцов:

$$Z_{om} = 12000 \cdot 10 = 120000 \text{ руб./мес.}$$

При **сдельной системе оплаты труда** заработная плата от выручки составляет:

$$\left| \begin{array}{l} 1500000 \text{ руб} - 100\% \\ 120000 \text{ руб} - x\% \end{array} \right| \Rightarrow x = \frac{120000 \cdot 100\%}{1500000} = 8\% .$$

Таким образом, при сдельной системе оплаты труда размер заработной платы составляет 8% от выручки.

Повременно-сдельная система оплаты труда включает две составляющие: повременную и сдельную. Повременная составляющая призвана сгладить зависимость заработной платы от колебаний спроса (выручки). Сдельная составляющая призвана стимулировать продавца качественно обслуживать клиентов.

Установим размер повременной составляющей – 9000 рублей в месяц. Тогда сдельная составляющая заработной платы одного продавца будет равна: $Z_{omC} = 12000 - 9000 = 3000$ руб., соответственно сдельная составляющая оплаты труда 10-ти продавцов – 30000 руб. Процент сдельной оплаты труда:

$$\left| \begin{array}{l} 1500000 \text{ руб} - 100\% \\ 30000 \text{ руб} - x\% \end{array} \right| \Rightarrow x = \frac{30000 \cdot 100\%}{1500000} = 2\% .$$

При повременно-сдельной системе оплаты труда продавец будет получать оклад 9000 рублей в месяц и 2% от выручки, которую он лично получил от реализации продукции.

Повременно-премиальная система оплаты труда. При премиальных системах работнику устанавливается план. В нашем случае план по выручке. Премия выплачивается в том случае, если план выполняется. Поэтому, чтобы работник был мотивирован, план по выручке должен быть реально выполняем. Установим план по выручке для продавца 120000 руб./мес. Тогда среднемесячная величина перевыполнения плана (при работе 10-ти продавцов): $1500000 - 120000 \cdot 10 = 300000$ руб. Установим размер повременной составляющей – 9000 рублей в месяц. Тогда премиальная составляющая заработной платы одного продавца будет равна 3000 рублей, соответственно премиальная составляющая оплаты труда 10-ти продавцов – 30000 руб.

Размер премиальной составляющей заработной платы от величины перевыполнения плана составит:

$$\left| \begin{array}{l} 300000 \text{ руб} - 100\% \\ 30000 \text{ руб} - x\% \end{array} \right| \Rightarrow x = \frac{30000 \cdot 100\%}{300000} = 10\%.$$

При повременнo-премиальной системе оплаты труда для продавца установлен план по выручке – 120000 руб./месяц. Продавец получает оклад – 9000 руб./месяц и премию, размер которой составляет 10% от величины перевыполнения плана.

Сдельно-премиальная система оплаты труда. Установим план по выручке для продавца – 130000 руб./месяц. Среднемесячная величина перевыполнения плана: $1500000 - 130000 \cdot 10 = 200000$ руб. Установим размер сдельной составляющей заработной платы продавца как 6% от его выручки. Тогда сдельная составляющая оплаты труда 10-ти продавцов составит:

$$З_{омс} = \frac{1500000 \cdot 6\%}{100\%} = 90000 \text{ руб./месяц.}$$

Премиальная составляющая: $120000 - 90000 = 30000$ руб./месяц. Размер премиальной составляющей заработной плату от величины перевыполнения плана:

$$\left| \begin{array}{l} 200000 \text{ руб} - 100\% \\ 30000 \text{ руб} - x\% \end{array} \right| \Rightarrow x = \frac{30000 \cdot 100\%}{200000} = 15\%.$$

При сдельно-премиальной системе оплаты труда для продавца установлен план по выручке – 130000 руб./месяц. Продавец получает сдельную оплату труда – 6% от выручки и премию, размер которой составляет 15% от величины перевыполнения плана.

В некоторых системах оплаты труда стимулируется заинтересованность работников в экономии материальных ресурсов.

Пример 3 Автотранспортное предприятие осуществляет перевозку грузов по маршруту Псков – Санкт-Петербург и обратно двумя автомобилями ежедневно. Длительность одной поездки составляет 18 часов. Определите требуемую численность водителей, если фонд рабочего времени составляет 150 часов в месяц. Коэффициент приведения явочной численности к списочной $K_{пр} = 1,12$. Спроектируйте параметры сдельно-премиальной системы оплаты труда стимулирующей экономию топлива. Планируемый размер заработной платы водителя – 15000 рублей в месяц. Статистические данные о расходе топлива приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расход топлива за поездку

№ Поездки	1	2	3	4	5	Цена топлива, руб./л.
Расход, л.	160	150	170	130	190	22

Решение:

Определим трудоёмкость работы водителей в течение месяца:

$$T_B = 18 \cdot 30 \cdot 2 = 1080 \text{ часов.}$$

Численность водителей явочная:

$$Ч_{яВ} = 1080 / 150 = 7,2 \text{ чел.}$$

Численность водителей списочная:

$$Ч_{снВ} = 7,2 \cdot 1,12 = 8,06 \text{ чел., (8 водителей).}$$

Количество поездок за месяц: $2 \cdot 30 = 60$, следовательно, один водитель в среднем за месяц совершает: $60 / 8 = 7,5$ поездок. Оплата труда за одну поездку составляет: $15000 / 7,5 = 2000$ рублей за поездку.

Анализируя данные о расходе топлива (таблица 10.8) можно сделать выводы о большой вариации расхода топлива за поездку. Вполне возможно это связано с непроизводительным расходом топлива. Например, водители сливают часть топлива по пути следования и продают его по меньшей цене, чем рыночная. Поэтому в данном случае целесообразно установить сдельно-премиальную систему оплаты труда, причем премия устанавливается за сэкономленное топливо в размере его стоимости.

Определим средний расход топлива за поездку:

$$\bar{M}_T = \frac{160 + 150 + 170 + 130 + 190}{5} = 160 \text{ литров.}$$

Рассчитаем среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(160 - 160)^2 + (150 - 160)^2 + (170 - 160)^2 + (130 - 160)^2 + (190 - 160)^2}{5}} = 20$$

С вероятностью 95% (в этом случае $t_p = 2$) можно говорить, что затраты топлива на поездку не превысят:

$$M_T = \bar{M}_T + t_p \cdot \sigma = 160 + 2 \cdot 20 = 200 \text{ литров.}$$

Средняя экономия топлива (при расчете 200 литров топлива на поездку) составит:

$$\bar{\mathcal{E}}_T = 200 - 160 = 40 \text{ литров.}$$

Стоимость средней экономии топлива (премиальная составляющая):

$$C_э = 40 \cdot 22 = 880 \text{ рублей.}$$

Сдельная составляющая оплаты труда за одну поездку:

$$З_{омС} = 2000 - 880 = 1120 \text{ рублей,}$$

здесь 2000 рублей – оплата труда за одну поездку.

Затраты на топливо и заработную плату приходящиеся на одну поездку:
 $200 \cdot 22 + 1120 = 5520$ руб.

Таким образом, каждому водителю на поездку выдается 5520 рублей. Предполагается, что одна часть этих средств пойдет на оплату стоимости топлива, а оставшаяся часть составит оплату труда водителя за поездку.

Для оценки движения рабочей силы на предприятии используют следующие показатели (таблица 3)

Таблица 3 – Показатели движения кадров на предприятии

Наименование показателя	Формула расчёта
1	2
Коэффициент оборота по приёму кадров	$K_{об.пр} = \frac{T_{пр}}{\bar{T}_{сп}}$ <p>$T_{пр}$-число принятых на работу кадров за отчётный период $\bar{T}_{сп}$-среднесписочная численность работников Рост данного показателя свидетельствует о наличии свободных мест, а также о возможности предприятия конкурировать на рынке труда, при условии низкого значения коэффициента по выбытию</p>
Коэффициент оборота по выбытию кадров	$K_{об.выб} = \frac{T_{выб}}{\bar{T}_{сп}}$ <p>$T_{выб}$-число выбывших работников за отчётный период Увеличение данного показателя говорит о сокращении рабочих мест или о низкой конкурентоспособности предприятия</p>
Коэффициент пополнения рабочей силы	$K_{пп} = K_{об.пр} - K_{об.выб}$ <p>Отрицательное значение показателя может свидетельствовать о сокращении объёма производства или ликвидации части рабочих мест в связи с модернизацией производства</p>
Коэффициент замещения кадров	$K_з = \frac{K_{об.пр}}{K_{об.выб}}$ <p>Если $K_з > 1$, то происходит замещение не только убыли рабочей силы в связи с увольнением, но и появляются новые рабочие места. Если $K_з < 1$, то это свидетельствует о сокращении рабочих мест, что в перспективе может привести к безработице в экономике</p>
Коэффициент текучести кадров	$K_{тек} = \frac{T_{с/ж} + T_{тр/д}}{\bar{T}_{сп}}$ <p>$T_{с/ж}$-число уволенных по собственному желанию; $T_{тр/д}$-число уволенных за нарушение трудовой дисциплины</p>

1	2
Коэффициент постоянства кадров	$K_{\text{пост}} = \frac{T_{\text{пост}}}{T_{\text{кг}}}$ <p>$T_{\text{пост}}$-число работников, отработавших весь отчетный период; $T_{\text{кг}}$- число работников на конец года</p>

Пример Имеются данные о движении кадров на предприятии «Инноватор»

Показатели	Численность, чел.
Состояло работников по списку на начало года	2000
Принято в течение года:	
по направлению служб занятости	84
по инициативе производственного объединения	28
из числа окончивших учебные заведения	16
переведено из других учреждений и организаций	8
принято по индивидуальному найму	140
Всего принятых на работу	276
Выбыло в течение года:	
переведено в другие учреждения и организации	13
в связи с окончанием срока договора найма	4
в связи с переходом на учебу с отрывом от производства, призывом в армию, уходом на пенсию, инвалидность	24
по собственному желанию	20
за прогулы и другие нарушения трудовой дисциплины	8
Всего выбывших	69
Состояло работников по списку на конец года	2207

Проведите анализ движения кадров на предприятии, рассчитав показатели:

- коэффициент оборота по приёму кадров
- коэффициент оборота по выбытию кадров
- коэффициент пополнения рабочей силы
- коэффициент замещения кадров
- коэффициент текучести кадров
- коэффициент постоянства кадров.

Сделайте выводы.

Решение:

Среднесписочная численность работников равна:

$$\bar{T}_{\text{СП}} = (2000 + 2207) / 2 = 2104 \text{ (чел.)}$$

Коэффициент оборота по приему равен:

$$K_{\text{об.пр}} = \frac{276}{2104} * 100\% = 13,1\%$$

Это означает, что за год на предприятие было принято 13,1% от среднесписочной численности персонала.

Коэффициент оборота по выбытию равен:

$$K_{\text{об.выб}} = \frac{69}{2104} * 100\% = 3,3\%$$

Полученный показатель говорит о том, что за год с предприятия выбыло всего 3,3% среднесписочной численности. Поскольку коэффициент оборота по выбытию ниже коэффициента оборота по приему, это означает, что численность персонала за период увеличилась.

Коэффициент пополнения рабочей силы определяется как разница между коэффициентами оборота по приему и выбытию:

$$K_{\text{пп}} = 13,1\% - 3,3\% = 9,8\%$$

Это означает, что за отчетный год численность персонала предприятия увеличилась на 9,8%.

Коэффициент текучести кадров равен:

$$K_{\text{тек}} = \frac{20 + 8}{2104} * 100\% = 1,3\%$$

Коэффициент текучести кадров довольно низок, это говорит о приемлемых условиях работы и высоком уровне трудовой дисциплины на предприятии.

Показатель замещения кадров равен:

$$K_z = \frac{276}{69} = 4$$

Это означает, что на каждого выбывшего работника за период было принято 4 новых работника.

Коэффициент постоянства кадров равен:

$$K_{\text{пост}} = \frac{1980}{2207} * 100\% = 89,7\%$$

Коэффициент довольно высок, что говорит о постоянстве кадров на предприятии.

Для анализа баланса рабочей силы на предприятии используют балансовое уравнение

Численность персонала производственного объединения на конец года определяется с помощью балансового уравнения:

$$T_{\text{нг}} + T_{\text{пр}} = T_{\text{выб}} + T_{\text{кг}}$$

где $T_{нг}$ – численность персонала на начало года;

$T_{пр}$ – численность принятых на работу за год;

$T_{выб}$ – численность выбывших за год;

$T_{кг}$ – численность персонала на конец года.

Отсюда численность работников на конец года равна:

$$T_{кг} = T_{нг} + T_{пр} - T_{выб} = 2000 + (84 + 28 + 16 + 8 + 140) - (13 + 4 + 24 + 20 + 8) = 2207 \text{ чел}$$

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Количество столиков в кафе - 18. Кафе работает ежедневно с 10.00 до 24.00. Один официант может одновременно обслуживать не более 6-ти столиков. Фонд рабочего времени официанта – 168 часов в месяц. Коэффициент приведения явочной численности к списочной $k_{пр} = 1,12$. С 10.00 до 18.00 кафе в среднем загружено на 50%, с 18.00 до 24.00 на 80%. Определите требуемую численность официантов.

Задача 2. В таблице 1 приведены нормы затрат времени (штучно-калькуляционное время) на обработку деталей. В таблице 2 представлена применяемость деталей в изделиях и планируемый объём производства изделий в следующем году. В таблице 3 приведены нормы затрат времени на сборку изделий слесарем-сборщиком.

Таблица 1 – Нормы затрат времени на изготовление деталей, мин.

Операция	Детали				Ставка оплаты труда, руб./час
	Д1	Д2	Д3	Д4	
Токарная	6	4	8	10	120
Сверлильная	6	3	4	2	100
Шлифовальная	6	10	8	-	140

Таблица 2 – Применяемость деталей в изделиях

Изделие	Детали				Объём производства, шт.
	Д1	Д2	Д3	Д4	
А	4	6	2	8	2000
Б	1	2	4	6	4500
В	6	8	4	6	3000

Таблица 3 – Нормы затрат времени на сборку изделий, мин.

Изделия	А	Б	В	Г	Д	Ставка оплаты труда, руб./час
Норма	10	8	4	6	12	80

Коэффициент выполнения норм $\kappa_g = 1,05$, коэффициент приведения явочной численности к списочной $\kappa_{np} = 1,12$. Фонд рабочего времени $\Phi = 1760$ часов. Определите трудоёмкость выполнения работ и требуемую численность работников каждой профессии. Спроектируйте параметры сдельно-премиальной системы оплаты труда.

Задача 3. Предприятие имеет 9 станков с ЧПУ, на которых обрабатываются корпусные детали. Один оператор одновременно обслуживает 3 станка. Предприятие работает в две смены (продолжительность смены 480 минут). Коэффициент приведения явочной численности к списочной $\kappa_{np} = 1,12$. Норматив затрат времени на обработку детали $t_{штк} = 20$ мин. Определите требуемую численность операторов.

Задача 4. За отчетный год имеются следующие данные о движении рабочей силы производственного объединения, чел.:

Состояло работников по списку на начало года	2000
Принято в течение года:	
по направлению служб занятости	84
по инициативе производственного объединения	28
из числа окончивших учебные заведения	16
переведено из других учреждений и организаций	8
принято по индивидуальному найму	140
Выбыло в течение года:	
переведено в другие учреждения и организации	13
в связи с окончанием срока договора найма	4
в связи с переходом на учебу с отрывом от производства,	
призывом в армию, уходом на пенсию, инвалидность	24
по собственному желанию	20
за прогулы и другие нарушения трудовой дисциплины	8

Постройте баланс рабочей силы и определите:
 коэффициенты оборота по приему, выбытию, общего оборота рабочей силы, текучести кадров;
 показатель замещения кадров;
 показатель постоянства кадров, если известно, что в течение всего года в списках состояло 1980 чел.

Проанализируйте полученные результаты.

Задача 5. Предприятие введено в действие с 8 сентября. Численность работников предприятия в сентябре по списку составляла: 8 - 1000 чел.; 9 - 1010 чел.; с 12 по 20 - 1020 чел.; с 21 по 27 - 1050 чел.; с 28 по 30 - 1055 чел. Выходные дни: 10, 11, 17, 18, 24, 25. Определите среднюю списочную численность работников за сентябрь.

Задача 6. По предприятию за сентябрь имеются следующие данные:

Отработанное время, чел.-дн. – 3490, целодневные простои, чел.-дн. – 10, неявки за рабочие дни, чел.-дн. – 40, неявки за выходные дни, чел.-дн. – 1260, число рабочих дней – 22.

Определите среднюю списочную и среднюю явочную численность работников в сентябре.

Задача 7. Население области 5200 тыс.чел., из которых женщины составили 52,8%. Доля мужчин в трудоспособном возрасте в общей численности мужчин составила 62,1%, а доля женщин - 52,5%; 1% лиц трудоспособного возраста были неработающими инвалидами I и II групп. Кроме того, 93,6 тыс. пенсионеров и 10 тыс. подростков в возрасте 14-15 лет имели оплачиваемую работу. В пределах области работало 15 тыс. граждан других государств и 7 тыс. чел. уехали на заработки в другие страны. Экономически активное население составляло 2397,5 тыс. чел., из них безработных было 9%. Экономически неактивное население в трудоспособном возрасте составило 650 тыс. чел.

Составьте баланс трудовых ресурсов. Определите: 1) численность трудовых ресурсов; 2) долю населения в трудоспособном возрасте; 3) численность трудоспособного населения в трудоспособном возрасте; 4) численность занятого населения; 5) коэффициенты трудоспособности всего населения и населения в трудоспособном возрасте; 6) коэффициенты экономической активности, занятости и безработицы; 7) степень экономической активности трудоспособного населения.

Тема 12. Финансовое планирование деятельности предприятия

Пример 1 Составить план и прогноз движения денежных средств предприятия, деятельность которого – предоставление в аренду легковых автомобилей. Основные показатели организации за последние два года выглядят следующим образом:

Исходные данные для построения прогноза, тыс. руб.		
Показатель	Год	
	2022	2021
1	2	3
Количество автомобилей, шт.	10	8
Стоимость автомобилей (с учетом износа)	3650	3400
Кредиты/займы	—	—
Выручка от аренды	3600	2800
Расходы, в том числе:	3350	2860
аренда офиса	400	360
заработная плата (3 чел.)	1800	1600

1	2	3
страхование автомобилей	400	350
ремонт и обслуживание	250	200
прочие расходы, в том числе транспортный налог	250	200
Прибыль/убыток	500	90

Предприятию необходимо получить кредит на покупку пяти новых автомобилей. Стоимость каждой машины будем считать равной 500 тыс. руб., то есть нам необходимы 2,5 млн руб. Вернуть их мы рассчитываем в течение трех лет, поэтому прогноз необходимо построить на период 2023–2025 гг.

При составлении плана движения денежных средств мы опираемся на опыт (РА). Планируя доходы, необходимо иметь представление, сколько можно заработать в год на аренде одного автомобиля.

В среднем одна машина приносила следующий доход: 30 тыс. руб. в месяц (3600 / 12 / 10) в 2022 г. и 29 тыс. руб. в 2021 г. (2800 / 12 / 8). Так что величину в 30 тыс. руб. в месяц вполне можно использовать в качестве базового показателя.

С учетом роста спроса на услуги имеет смысл повысить цены на 10%, что обеспечит рост дохода на 10%. В результате инфляции произойдет повышение арендной ставки на 10% ежегодно. Прогноз доходов оформите в таблице.

Расчет поступлений от операционной деятельности			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Доход на один автомобиль в месяц, тыс. руб.	33	36,3	39,93
Количество автомобилей	15	15	15
Годовой доход, тыс. руб.	5940	6534	7187
Выручка с учетом поправки (снижение на 10 %)	5346	5881	6469

Чтобы спланировать будущие расходы, проанализируйте следующие статьи:

- 1) аренда офиса;
- 2) заработная плата;
- 3) страхование автомобилей;
- 4) ремонт и обслуживание;
- 5) прочие расходы.

** Пункты 1, 2 в целом зависят от количества сотрудников, которых до настоящего момента было 3 человека, а пункты 3, 4 зависят от количества автомобилей. Прочие расходы зачастую бывает непросто спрогнозировать, но можно исходить из привязки к выручке (транспортный налог зависит от количества автомобилей).

Учитывая рост числа автомобилей, необходимо увеличить обслуживающий персонал (не менее чем на одного чел) и расширить офисные площади (рост аренды на 40% в 2023 году и далее ежегодно на 11% со стороны арендодателя). Заполнить таблицу.

Расчет расходов на аренду офиса, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Аренда офиса	560	622	690

Для планирования расходов на оплату труда, учтите тот факт, что у вас увеличилось число сотрудников и в 2023-2025 гг. и начиная с 2024 года ожидается повышение з/пл на 15%. Заполните таблицу

Расчет расходов на оплату труда, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Количество сотрудников, чел.	4	4	4
Заработная плата	2760	3174	3650

Для расчета расходов на страхование обратите внимание на то, что страхование автомобилей зависит от их стоимости, которая, ежегодно снижается на 15 % от первоначальной цены (то есть по 75 тыс. руб. на каждый автомобиль, как новый, так и купленный ранее). На основе результатов ретроспективного анализа расходы на страхование в 2021 г. составили 10,3 % от стоимости машин на конец года, а в 2022 г. — 11%. Заполните таблицу

Расчет расходов на страхование, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Количество автомобилей, шт.	15	15	15
Стоимость автомобилей, с учетом износа (– 15 %), в том числе:	5025	3900	2775
старые автомобили	2900	2150	1400
новые автомобили	2125	1750	1375
Страхование автомобилей	$0,11 \cdot 5025 = 553$	429	305

Затраты на ремонт и обслуживание в предыдущих периодах составляли 6 % и 7 % в 2021–2022 гг. соответственно. Предположим, что в 2023 г. они останутся на том же уровне, однако из-за износа автомобилей на будущие периоды необходимо заложить в прогноз роста расходов на ремонт на 20 % в год. Расчет расходов на ремонт и обслуживание автомобилей представьте в табличной форме:

Расчет расходов на ремонт и обслуживание автомобилей, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Стоимость автомобилей с учетом износа (-15 %)	5025	3900	2775
Ремонт и обслуживание	$(5025*0,07)=352$	422	506

Прочие расходы рассчитать исходя из отношения их к выручке, опираясь на РА 2021–2022 гг. Расчет прочих расходов представьте в таблице

Расчет прочих расходов, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Выручка	5346	5881	6469
Прочие расходы	374	412	453

На основании рассчитанных доходов и расходов составьте план движения денежных средств на 2023-2025 гг.

Денежный поток от операционной деятельности, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Доходы (поступление денежных средств от клиентов)	5346	5881	6469
Расходы (выбытие денежных средств), в том числе:	4599	2059	5604
аренда офиса	560	622	690
заработная плата (4 чел.)	2760	3174	3650
страхование автомобилей	553	429	305
ремонт и обслуживание	352	422	506
прочие расходы	374	412	453
Денежный поток от операционной деятельности	747	822	865

Для планирования инвестиционной деятельности воспользуйтесь следующими условиями:

1) возникла необходимость приобретения пять новых автомобилей по 500 тыс. руб. за ед.;

2) расширение офиса требует дополнительного оборудования и обустройства площадей в размере 150 тыс. руб. из собственных накоплений (данные затраты мы понесем в 2023 г.).

Заполним таблицу, отражающую денежный поток от инвестиционной деятельности:

Денежный поток от инвестиционной деятельности, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Покупка автомобилей (5 шт.)	2500	-	-
Обустройство офиса	150	-	-
Денежный поток от инвестиционной деятельности	-2650	0	0

Денежный поток от финансовой деятельности строится с учетом кредита, который выдается 01.01.2023

Так как мы будем расплачиваться по кредиту, то необходимо обязательно платить проценты (допустим, по ставке 15 % годовых). Кредит выдается с 01.01.2023 сроком до 31.12.2025. Погашение основного долга зависит как от наших пожеланий, так и от позиции банка. Вряд ли он позволит погасить всю сумму в конце срока, однако и нам лучше постепенно закрывать обязательства, чтобы снижать процентные выплаты. Поэтому составим график зависимости денежного потока от финансовой деятельности, согласно которому кредит будет гаситься равными частями в конце каждого года.

Денежный поток от финансовой деятельности, тыс. руб.			
Показатель	Год		
	2023	2024	2025
Сумма кредита на начало периода, тыс. руб.	2500	2500-833=1667	834
Получение кредита	2500	-	-
Погашение процентов	-375	-250 (1667*0,15)	-125
Погашение основного долга	-833	-833	-833
Денежный поток от финансовой деятельности	1292	-1083	-958

Следует обратить внимание на то, что в данном разделе мы указываем не только выплаты по кредиту, но и поступление денежных средств, полученных от банка.

Заполните таблицу «Прогноз движения денежных средств» и сделайте выводы, а также определите, что можно (и нужно) в нем исправить. Предположим, что всю прибыль прошлых периодов мы аккумулировали на счете. Таким образом, мы накопили 590 тыс. руб., которые будут пущены в оборот.

Прогноз движения денежных средств, тыс. руб.				
№ п/п	Показатель	Год		
		2023	2024	2025
1	2	3	4	5
1	Доходы (поступление ДС от клиентов)	5346	5881	6469
2	Расходы (выбытие ДС), в том числе:	4599	2059	5604
3	аренда офиса	560	622	690

1	2	3	4	5
4	заработная плата (4 чел.)	2760	3174	3650
5	страхование автомобилей	553	429	305
6	ремонт и обслуживание	352	422	506
7	прочие расходы	374	412	453
8	Денежный поток от операционной деятельности	747	822	865
9	Покупка автомобилей (5 шт.)	2500	-	-
10	Обустройство офиса	150	-	-
11	Денежный поток от инвестиционной деятельности	-2650	0	0
12	Свободный денежный поток			
13	Получение кредита	2500	-	-
14	Погашение процентов	-375	-250	-125
15	Погашение основного долга	-833	-833	-833
16	Денежный поток от финансовой деятельности	1292	-1083	-958
17	Чистый (совокупный) денежный поток	-251		
18	Остаток ДС на начало периода	590	339	
19	Остаток ДС на конец периода	339		

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1 Составьте план движения ваших личных денежных средств в течение месяца, оформите его в табличной форме. Посмотрите в динамике, как менялись ваши доходы и расходы. Сделайте выводы.

Наименование показателя	1 месяц	2 месяц	3 месяц
Поступления всего			
В том числе			
...			
Платежи всего			
В том числе			
...			
Сальдо денежных потоков			

Задача 2. Рассчитайте денежный поток на основании следующих показателей:

- выручка — 120 000 рублей;
- выплаты по кредитам — 10 000 рублей;
- доход от партнерского сотрудничества — 50 000 рублей;
- вклады инвесторов — 20 000 рублей;
- оплата поставщикам — 15 000 рублей;
- выплаты сотрудникам — 80 000 рублей.

Сделайте выводы на основании полученного результата.

Задача 3. Имеется отчет о движении денежных средств.

	1 кв. 2023	2 кв. 2023
Поступления от продаж	1 364 300	5 024 300
Затраты на материалы и комплектующие	2 958 333	5 116 667
Постоянные издержки	73 000	22 000
Зарплата и социальные взносы	130 583	130 583
Налоги	266 048	51 739
Расходы по процентам	65 000	60 000
Лизинговые платежи	-	-
Кэш-фло от операционной деятельности		
Приобретение основных средств	305 680	100 000
Строительство	450 000	-
Прочие капиталовложения	30 000	-
Кэш-фло от инвестиционной деятельности		
Денежные средства, полученные от выпуска акций	2 000 000	-
Поступления заемных средств	1 400 000	-
Возврат займов	150 000	215 000
Выплата дивидендов	-	91 147
Кэш-фло от финансовой деятельности		
СУММАРНЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК		
Денежные средства на начало периода	-	
Денежные средства на конец периода	335 656	

Заполните таблицу недостающими данными:

- кэш-фло от операционной деятельности;
- кэш-фло от инвестиционной деятельности;
- кэш-фло от финансовой деятельности;
- суммарный денежный поток;
- денежные средства на начало периода;
- денежные средства на конец периода.

Тема 13. Прогнозирование показателей экономической эффективности на основе финансовой модели

Пример 1 По приведенным в таблице данным спрогнозируйте:

1. Сколько процентов прибыли удастся сохранить предприятию, если выручка от реализации сократится на 25%?

2. Процент снижения выручки, при котором предприятие полностью лишится прибыли и вновь встанет на порог рентабельности.

3. На сколько процентов необходимо снизить постоянные издержки, чтобы при сокращении выручки на 25% и при прежнем значении силы воздействия операционного рычага (3,3) предприятие сохранило 75% ожидаемой прибыли

4. Уровень эффекта финансового рычага

Примечание условная ставка налогообложения прибыли 33,3%

В расчетах необходимо исходить из формулы силы воздействия операционного рычага, решенной относительно постоянных издержек.

Чтобы сохранить 75% прибыли при сокращении выручки на 25% требуется отталкиваться от формулы силы воздействия операционного рычага, решенной относительно постоянных издержек.

Показатель	млн. ден. ед.
Выручка от реализации	1600
Переменные издержки	1100
Валовая маржа	500
Постоянные издержки	350
Прибыль	150
Собственные средства	650
Долгосрочные кредиты	200
Краткосрочные кредиты	70
Средняя расчетная ставка процента (средневзвешенная стоимость заемных средств)	40

Решение:

1. Так как сила воздействия операционного рычага равна 3,3 (500 млн. ден. ед.:150 млн. ден. ед.), то при уменьшении выручки на 25% прибыль сократится на $(25\% \cdot 3,3) = 82,5\%$. Это значит, что удастся сохранить лишь 17,5% ожидаемой прибыли.

Чем больше сила воздействия операционного рычага, тем более недопустимо снижение выручки. Так при силе воздействия операционного рычага =20 недопустимо даже 5% снижение прибыли.

2. Если сила воздействия операционного рычага равна 3,3 то при сокращении выручки на $(100\% : 3,3) = 30\%$ предприятие имеет нулевую прибыль. Если сила воздействия операционного рычага равна 2, то недопустимо снижение выручки на половину. $(100\% : 2 = 50\%)$

3. Сила операционного рычага = Валовая маржа / Прибыль = (Постоянные издержки + Прибыль) / Прибыль = 1 + Постоянные издержки / Прибыль

Отсюда Сила операционного рычага * Прибыль = Постоянные издержки + Прибыль

Постоянные издержки = Сила операционного рычага * Прибыль - Прибыль

Постоянные издержки = (Сила операционного рычага - 1) * Прибыль

Следовательно, чтобы сохранить сумму прибыли (150 млн. ден. ед. * 75% / 100% = 112,5 млн. ден. ед.) необходимо, чтобы постоянные издержки

не превысили сумму $(3,3-1)*112,5$ млн. ден. ед. =259 млн. ден. ед., что на 26% меньше исходной суммы постоянных издержек (350 млн. ден. ед).

4. Уровень эффекта финансового рычага определяется по формуле:

$$\text{ЭФР} = ((1 - \text{Ставка налогообложения прибыли}) / (\text{ЭР} - \text{СРСП})) * \text{ЗС} / \text{СС}$$

ЭР – экономическая рентабельность активов определяется:

Нетто – результат эксплуатации инвестиций $150 + 40\%(200 + 70) = 258$
экономический эффект с затрат или прибыль до уплаты процентов за кредит и налога на прибыль

$$\text{ЭР} = 258 / (650 + 200 + 70) * 100 = 28\%$$

СРСП-средняя расчетная ставка процента

ЗС-банковские кредиты

СС-собственные средства

$$\text{ЭФР} = 2/3 * (28\% - 40\%) * 270 / 650 = 2/3 * (-12) * 0,42 = -3,3\%$$

Дифференциал финансового рычага (ЭР-СРСП) отрицательный.

Предприятие генерирует повышенный финансовый риск. Более того, бремя финансовых издержек по кредиту утяжеляет постоянные издержки предприятия и увеличивает сила воздействия операционного рычага. Это означает, что предприятие подвергается повышенному предпринимательскому риску.

Пример 2 По оценкам экспертов оптимистический объем продаж составит 13 млн. ден.ед., наиболее вероятный объем – 5 млн. ден.ед, пессимистический объем продаж -3 млн. ден.ед.

Спрогнозируйте ожидаемый объем продаж.

Решение:

Ожидаемый объем продаж определяется по формуле:

$$\text{ООП} = (\text{О} + 4\text{В} + \text{П}) / 6$$

$$\text{ООП} = 6 \text{ млн. ден.ед.}$$

Задача № Прогноз объема производства

Фирма приобрела оборудование стоимостью 50 млн. ден. ед.

Спрогнозируйте объем производства, начиная с которого фирма окупит оборудование.

Какой объем продукции принесет фирме в этих условиях 20 млн. ден. ед. руб. прибыли?

Цена продукции- 49 тыс. ден. ед. за шт.

Стоимость сырья и материалов – 30 тыс. ден.ед

Расходы на оплату труда и прочие переменные расходы - 8 тыс. ден. ед.

Постоянные издержки, связанные с приобретением и эксплуатацией нового оборудования – 80 млн. ден. ед.

Условия расчетов фирмы со своими поставщиками и покупателями следующие: покупатели продукции фирмы задерживают оплату в среднем на 2 месяца, в тоже время сама фирма оплачивает сырье и материалы в среднем через один месяц.

Решение: Порог рентабельности равен:

$$\frac{80000000}{(49000 - 30000 - 8000) - \frac{49000 * 2}{12000} + 30000 * \frac{1}{12}} = 15000 \text{ шт}$$

Требуемый объем производства равен:

$$\frac{80\,000\,000 + 20\,000\,000}{5000} = 20000 \text{ шт}$$

Таким образом, прибыль будет получена за счет реализации не менее чем 15 000 шт продукции, а для получения 20 млн. ден. ед. прибыли необходимо реализовать 20 000 шт продукции.

Пример 3 Прогноз эффективности различных вариантов развития предприятия

Предприятие имеет 1000 устаревших деталей для компьютеров, приобретенных ранее за 200 000 ден. ед.

Спрогнозируйте, что выгоднее: обработать детали с издержками 50000 ден. ед. и продать их за 75 000 ден. ед. или продать их за 20000 ден. ед. без всякой обработки?

Решение: ликвидационная стоимость деталей составляет 20000 ден. ед. Эта сумма представляет собой прибыль от реализации деталей, так как их продажа, по условию задачи, не потребует никаких дополнительных издержек. Прибыль от реализации деталей в случае их дополнительной обработки составит 25000 ден. ед., следовательно, предприятию выгоднее заняться доводкой деталей.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Прогноз эффективности производства

Предприятие выпускает металлические каркасы и в настоящее время выполняет производственную программу в объеме 10 тыс. каркасов. Производственные издержки составляют 130 ден.ед. /шт., цена – 250 ден.ед./шт, переменные издержки на сбыт 18 ден.ед. /шт, средние постоянные издержки – 7 ден. ед /шт. Поступает предложение о закупке 1 тыс. каркасов. Цена предполагаемой сделки -180 ден.ед. /шт.

Спрогнозируйте целесообразность запуска каркасов в производство.

Задача 2. Предприятие приобретает технологическую линию по производству баночных крышек за 26,25 млн. ден. ед. Переменные затраты в расчете на одну крышку равны 4 ден. ед., постоянные затраты (аренда, заработная плата и т.п) – 2,5 млн. ден.ед. в месяц. Цена одной крышки - 8 ден. ед. Прибыль от реализации одной крышки – 1 ден.ед.. Нормативный срок окупаемости капитальных вложений – 4 года.

Спрогнозируйте:

- а) при каком минимальном обороте окупятся затраты на приобретение технологической линии;
- б) прибыль от реализации крышек в год;
- в) срок окупаемости линии

Задача 3. Годовой объем закупок товара коммерческой торговой точкой – 100 млн. ден.ед., годовой объем продаж – 136 млн. ден.ед. Ежегодные затраты на аренду помещения, упаковку, оплату труда продавцов составляют 27 млн. ден.ед. Цена единицы товара – 1 ден. ед. Составьте прогноз минимального годового объема продаж, при котором торговая точка не несет убытков.

Задача 4. Прогноз финансового состояния предприятия.

Предприятие производит электроплиты, реализуя по 400 плит в месяц по цене 250 ден. ед. (без НДС). Переменные издержки на единицу продукции составляют 150 ден. ед., постоянные издержки в месяц – 35 тыс. ден. ед. Дополнительные данные представлены в таблице:

Показатель	На единицу продукции, ден. ед.	%	Долей единицы
Цена реализации	250 000	100	1
Переменные издержки	150 000	60	0,6
Валовая маржа	100 000	40	0,4

Представьте себя в роли финансового директора и ответьте на следующие вопросы:

1. Начальник отдела маркетинга полагает, что увеличение расходов на рекламу на 10 тыс. ден. ед. в месяц способно дать прирост ежемесячной выручки от реализации на 30 тыс. ден. ед. Следует ли одобрить повышение расходов на рекламу?

2. Заместитель генерального директора по производству предлагает использовать более дешевые материалы, позволяющие экономить на переменных издержках по 25 ден. ед. на каждую единицу продукции. Однако начальник отдела сбыта опасается, что снижение качества плит приведет к снижению объема реализации до 350 шт в месяц. Следует ли переходить на более дешевые материалы?

3. Начальник отдела маркетинга полагает снизить цену реализации на 20 тыс. ден. ед. и одновременно довести расходы на рекламу до 15 тыс. ден. ед. в месяц. Отдел маркетинга прогнозирует в этом случае увеличение объема реализации на 50 %. Следует ли одобрить такое предложение?

4. Начальник отдела предлагает перевести своих сотрудников с окладов (общий месячный фонд оплаты – 6 тыс. ден. ед) на комиссионное вознаграждение (15 ден. ед с каждой проданной плиты). Он уверен, что объем продаж вырастет на 15 %%. Следует ли одобрить такое предложение

5. Начальник отдела маркетинга предлагает снизить отпускную оптовую цену, чтобы стимулировать сбыт и довести ежемесячный объем оптовых продаж до 450 плит. Какую следует назначить оптовую цену, чтобы прибыль возросла на 3 млн. ден. ед. ?

Задача 5. Прогноз последствий снижения цены.

Эластичность спроса продукции по цене равна 1,95. Спрогнозируйте последствия снижения цены на 1 тыс. ден. ед., если до этого снижение объема реализации составило 10 тыс. шт. по цене 19,5 тыс. ден. ед. за шт., а общие затраты были равны 100 млн. ден. ед. (в том числе постоянные – 20 млн. ден. ед.) на весь объем производства.

Список литературы

1. Бабич, Т., Н. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие / Т. Н. Бабич, И. А. Козьева, Ю. В. Вертакова. - М.: Инфра-М, 2018. - 256 с.
2. Басовский, Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие / Л.Е. Басовский и др. - М.: Инфра-М, 2018. - 352 с.
3. Долганова, О. И. Моделирование бизнес-процессов : учебник и практикум для вузов / О. И. Долганова, Е. В. Виноградова, А. М. Лобанова ; под редакцией О. И. Долгановой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 322 с.
4. Каменнова, М. С. Моделирование бизнес-процессов : учебник и практикум для вузов / М. С. Каменнова, В. В. Крохин, И. В. Машков. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 534 с.
5. Канторович, Л.В. Математические методы организации и планирования производства / Л.В. Канторович – Л.: Издание Ленинградского государственного университета, 1939. 67 с.
6. Кузык, Б. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование: Учебник / Б. Кузык, В. Кушлин, Ю. Яковец. - М.: Экономика, 2011. - 604 с.
7. Купцова, Е. В. Бизнес-планирование : учебник и практикум для вузов / Е. В. Купцова ; ответственный редактор А. А. Степанов. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 435 с.
8. Кукушкин, С. Н. Внутрифирменное планирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Н. Кукушкин [и др.] ; под редакцией С. Н. Кукушкина, В. Я. Позднякова, Е. С. Васильевой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 344 с.
9. Литвак, Б.Г. Стратегическое планирование и прогнозирование : учебник для вузов / Б.Г. Литвак. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 139 с.
10. Личко, К. П. Прогнозирование и планирование развития агропромышленного комплекса / К. П. Личко. - М.: Экономика, 2013. - 412 с.
11. Малюк, В. И. Стратегический менеджмент. Организация стратегического развития : учебник и практикум для вузов / В. И. Малюк. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 361 с.
12. Моделирование систем и процессов. Практический курс : учебник для среднего профессионального образования / ответственный редактор В. Н. Волкова. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 295 с.
13. Невская, Н.А. Макроэкономическое планирование и прогнозирование: Учебник и практикум для академического бакалавриата / Н.А. Невская. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 542 с.
14. Перцик, Е. Н. Территориальное планирование : учебник для академического бакалавриата / Е. Н. Перцик. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 362 с.
15. Румянцева, Е. Е. Финансовый менеджмент : учебник и практикум для вузов / Е. Е. Румянцева. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 360 с.

16. Салмин И.Д. Математические методы решения оптимизационных задач / И.Д. Салмин. – Москва.: МИФИ, 2004. – 156 с.
17. Сёмин, А.Н. Макроэкономическое планирование и прогнозирование (для бакалавров) / А.Н. Сёмин, Ю.В. Лысенко, М.В. Лысенко, Таипов . – М.: КноРус, 2018. – 298 с.
18. Сергеев, А. А. Бизнес-планирование : учебник и практикум для вузов / А. А. Сергеев. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 435 с.
19. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 495 с.
20. Стегний, В. Н. Прогнозирование и планирование : учебник для вузов / В. Н. Стегний, Г. А. Тимофеева. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 210 с.
21. Фролов, Ю. В. Стратегический менеджмент. Формирование стратегии и проектирование бизнес-процессов : учебник для вузов / Ю. В. Фролов, Р. В. Серышев ; под редакцией Ю. В. Фролова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 154 с.
22. Черноморченко, С. И. Планирование и проектирование организаций : учебное пособие для академического бакалавриата / С. И. Черноморченко. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025 ; Тюмень : Тюменский государственный университет. – 185 с.
23. Янковская, В. В. Планирование на предприятии: Учебник / В. В. Янковская. – М.: Инфра-М, 2018. – 944 с.
24. Peric, M. The constructs of a business model redefined: a half-century journey / M. Peric, J. Durkin, V. Vitezić. – DOI 10.1177/2158244017733516 // SAGE Open. – 2017. – Vol. 7, no. 3. – P. 1–13
25. Chaffey, Dave. Business Analysis and Valuation: Using Financial Statements, 3rd Edition / Dave Chaffey. – N.Y.: Routledge. – 2021. – P. 386.

Учебное издание

Титова Ирина Николаевна
Прядко Светлана Николаевна
Питерова Алина Евгеньевна

**ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Учебное пособие

Публикуется в авторской редакции

Оригинал-макет: Ю.В. Мишенина
Выпускающий редактор: В.С. Берегова

Тематический план 2025
Подписано в печать 20.05.2025. Формат 60×90/16
Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 7,0. Тираж 100 экз. Заказ 126
Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ЦПП ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ»
308015 г. Белгород, ул. Победы, 85. Тел.: 30-14-48