

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

**A.I. ISHNAZAROV, SH.T. NURULLAYEVA,
N.SH. RO‘ZMETOVA**

IQTISODIY-MATEMATIK USULLAR VA MODELLAR

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi huzuridagi
Muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan bakalavriat barcha ta‘lim yo‘nalishlarida
tahsil olayotgan talabalar uchun o‘quv qo‘llanma sifatida
tavsiya etilgan

TOSHKENT – «IQTISODIYOT» – 2019

UO‘K: 330.115
KBK:0000000

Ishnazarov A.I., Nurullayeva Sh.T., Ro‘zmetova N.Sh. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar. O‘quv qo‘llanma. - T.: «IQTISODIYOT», 2019. - 168 bet.

Ushbu qo‘llanmada iqtisodiy jarayonlarda qo‘llaniladigan usullar va modellarning mohiyati, iqtisodiy jarayonlarda optimallashtirish usullaridan foydalanish, cheklangan resurslarni samarali taqsimlash masalalarini yechishda ikkilanganlik nazariyasi, iqtisodiy su‘bektlar o‘rtasida xo‘jalik aloqalarining optimallashtirish modellari, iste‘molchi tanlovini modellashtirish, noaniqlik va tavakkalchilik sharoitida o‘yinlar nazariyasi asosida qarorlar qabul qilish masalalarini batafsil ifodalangan. O‘quv qo‘llanma iqtisodiy-matematik modelashtirishning nazariy va amaliy jihatlarini yoritilgan bo‘lib, u bakalavriat barcha ta‘lim yo‘nalishlari talabalariga “Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fanidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etiladi.

В данном учебном пособии подробно описаны вопросы применения экономико-математических методов и моделей в экономических процессах, использование оптимизационных методов в экономических процессах, теория двойственности при решении задач эффективного распределения ограниченных ресурсов, модели оптимизации хозяйственных связей между экономическими субъектами, модели выбора потребителя, принятие решений в условиях неопределенности на основе теории игр. В учебном пособии освещены теоретические и практические аспекты экономико-математического моделирования и оно рекомендуется в качестве учебной пособия по предмету “Экономико-математические методы и модели” студентам бакалавриата всех направлений образования.

This manual describes in detail the application of economic and mathematical methods and models in economic processes, the use of optimization methods in economic processes, the duality theory in solving problems of efficient distribution of limited resources, models for optimizing economic relations between economic entities, consumer choice models, decision making in conditions of uncertainty based on the theory of games. The textbook covers theoretical and practical aspects of economic and mathematical modeling and is recommended as a textbook on the subject of “Economic-mathematical methods and models” for undergraduate students in all areas of education.

ISBN: 0000000000000000

UO‘K: 330.115
KBK 000000

© «IQTISODIYOT», 2019
© Ishnazarov A.I., Nurullayeva Sh.T.,
Ro‘zmetova N.Sh., 2019.

Mundarija

Kirish	12
I bob. “Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” faniga kirish	14
1.1. O‘zbekiston milliy iqtisodiyotini rivojlanish yo‘nalishlari va tamoyillari	14
1.2. Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar va ko‘rsatkichlarni modellashtirishning zarurligi va ahamiyati.....	21
1.3. Fanning maqsadi, vazifalari va boshqa fanlar bilan aloqasi	25
Nazorat savollari	28
II bob. Ijtimoiy-iqtisodiy tizimlar va ularni ifodalash usullari	29
2.1. Ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarning ierarxik tuzilishi.....	29
2.2. Model va modellashtirish jarayonlarining ma‘nosi.....	30
2.3. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar tasnifi	34
2.4. Iqtisodiy-matematik modellashtirish bosqichlari.....	41
Nazorat savollari	44
III bob. Iqtisodiy jarayonlarda optimallashtirish usullarini qo‘llash	46
3.1. Korxonalar asosiy ko‘rsatkichlarini modellashtirish	46
3.2. Chiziqli dasturlash masalasining umumiy qo‘yilishi va iqtisodiy-matematik modeli.....	48
3.3. Assortiment masalasining matematik modeli	53
3.4. Optimallashtirish usuli asosida yechiladigan iqtisodiy masalalar.....	54
Nazorat savollari	56
IV bob. Cheklangan resurslarni samarali taqsimlash masalasini yechishda ikkilanganlik nazariyasi	57
4.1. Chiziqli dasturlash usulining berilgan va ikkilangan masalalarining iqtisodiy talqini	57
4.2. Iqtisodiy masalalarni qo‘yilishida ikkilanganlik shartlari.....	61
4.3. Ikkilangan baholar xususiyatlari va ularning iqtisodiy tahlilda qo‘llanilishi... Nazorat savollari	63 69
V bob. Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish sharoitida uskunalarni optimal yuklash modellari	71
5.1. Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish asoslari.	71
5.2. O‘zaro almashadigan va almashmaydigan uskunalarni yuklashning matritsaviy va iqtisodiy-matematik modellari	72
5.3. Korxonada ishlab chiqarish vositalaridan optimal foydalanish masalasining qo‘yilishi..... Nazorat savollari	75 78
VI bob. Xomashyo va materiallardan optimal foydalanish modellari	79
6.1. Sanoat materiallarini optimal qirqish masalasi	79
6.2. Umumiy chiqindilarni minimallashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modeli.....	80
6.3. Tayyor mahsulotlar komplektlarini maksimallashtirish modellari	81
6.4. Xomashyo va materiallardan foydalanishning boshqa masalalari.....	83

Nazorat savollari	89
VII bob. Iqtisodiy sub'ektlar o'rtasida xo'jalik aloqalarini optimallashtirish modellari	90
7.1. Transport masalasining iqtisodiy mohiyati	90
7.2. Transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli	91
7.3. Ko'p bosqichli transport masalasining iqtisodiy mohiyati	93
7.4. Ko'p bosqichli transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli	94
Nazorat savollari	96
VIII bob. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish modellari	98
8.1. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining qo'yilishi va matematik modeli	98
8.2. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modelini tuzish	102
8.3. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirishning ko'p bosqichli masalasi qo'yilishida turli mezonli ko'rsatkichlardan foydalanish.....	105
Nazorat savollari.....	108
IX bob. Iste'molchi tanlovini modellashtirish	110
9.1. Iste'molchining tanlash erkinligi.....	110
9.2. Iste'molchi naflik funksiyasini maksimallashtirish	111
9.3. Befarqlik egri chiziqlari va byudjet chegarasi	112
Nazorat savollari.....	115
X bob. Milliy iqtisodiyotning tarmoqlararo balans modeli	116
10.1. Tarmoqlararo balansning umumiy tuzilishi.	116
10.2. Tarmoqlararo balansda agregirlash	117
10.3. Tarmoqlararo balans modelidagi matematik bog'lanishlar	119
10.4. Tarmoqlararo balans kvadrantlarining xarakteristikalari.	122
10.5. Balanslar tizimida kvadrantlarning o'zaro bog'liqligi va foydalaniladigan iqtisodiy ko'rsatkichlar.....	124
Nazorat savollari.....	126
XI bob. Dinamik dasturlashning amaliy masalalari	128
11.1. Dinamik dasturlash to'g'risida tushuncha.....	128
11.2. Dinamik dasturlash masalalarining xususiyatlari va tuzish shartlari	129
11.3. Dinamik modellarning vektorli va matritsaviy shakli.....	130
Nazorat savollari.....	132
XII bob. Zaxiralarni boshqarish modellari	133
12.1. Zaxiralarni boshqarishning asosiy modeli	133
12.2. Taqchilik sharoitida statik determinallashtirishgan model	135
12.3. Zaxiralarni boshqarishning stoxastik modeli	136
Nazorat savollari.....	137
XIII bob. Tarmoqli modellashtirish	138
13.1. Tarmoqli rejalashtirish va boshqarish modellari.....	138
13.2. Tarmoqli rejalashtirish masalasining algoritmi.....	139
13.3. Tarmoqli modellarda "kritik yo'l"	141

Nazorat savollari	143
XIV bob. Bozordagi noaniqlik sharoitida o‘yinlar nazariyasi yordamida qarorlar qabul qilish	145
14.1. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish masalalarida o‘yinlar nazariyasi elementlari.	145
14.2. Noaniqlik sharoitida qarorlar qabul qilish.....	147
14.3. Matritsali o‘yinlar masalasini simpleks usulida yechish.....	149
Nazorat savollari	151
XV bob. O‘zbekiston Respublikasi iqtisodiyotini modernizatsiyalash sharoitida firmalar faoliyatini modellashtirish	153
15.1. Ishlab chiqaruvchilarning xatti-harakati modellari	153
15.2. Firmalar faoliyati ko‘rsatkichlarini prognozlash usullari.....	155
15.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi asosida firmalar faoliyatini modellashtirish va tahlil qilish	158
Nazorat savollari	159
Glossariy	160
Tavsiya etilayotgan adabiyotlar	165

Содержание

Введение	12
Глава I. Введение в предмет “Экономико-математические методы и модели”	14
1.1. Направления и принципы развития национальной экономики Узбекистана	14
1.2. Необходимость и значение моделирования социально-экономических показателей и процессов	21
1.3. Цель, задачи предмета и связь с другими предметами	25
Контрольные вопросы	28
Глава II. Социально-экономические системы и методы их описания	29
2.1. Иерархическая структура социально-экономических систем.....	29
2.2. Сущность модели и процессов моделирования	30
2.3. Классификация экономико-математических методов и моделей	35
2.4. Этапы экономико-математического моделирования.....	42
Контрольные вопросы	45
Глава III. Применение оптимизационных методов в экономических процессах	47
3.1. Моделирование основных показателей предприятия	47
3.2. Общая постановка и экономико-математическая модель задачи линейного программирования.....	49
3.3. Математическая модель ассортиментной задачи	54
3.4. Экономические задачи, решаемые на основе методов оптимизации	55
Контрольные вопросы	57
Глава IV. Теория двойственности в решении задачи эффективного распределения ограниченных ресурсов	58
4.1. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задачи метода линейного программирования	58
4.2. Условия двойственности в постановке экономических задач.....	62
4.3. Свойства двойственных оценок и применение их в экономическом анализе.....	64
Контрольные вопросы	70
Глава V. Модели оптимальной загрузки оборудования в условиях диверсификации производства	72
5.1. Основы диверсификации производства.....	72
5.2. Матричные и экономико-математические модели загрузки взаимозаменяемого и взаимонезаменяемого оборудования	73
5.3. Постановка задачи оптимального использования производственного оборудования предприятия	76
Контрольные вопросы	79
Глава VI. Модели оптимального использования сырья и материалов	80
6.1. Задача оптимального раскроя промышленных материалов	80

6.2. Экономико-математическая модель задачи минимизации общих отходов.....	81
6.3. Модели максимизации комплектов готовой продукции.....	82
6.4. Другие задачи использования сырья и материалов.....	84
Контрольные вопросы.....	90
Глава VII. Модели оптимизации хозяйственных связей между экономическими субъектами.....	91
7.1. Экономическая сущность транспортной задачи.....	91
7.2. Матричная и экономико-математическая модель транспортной задачи.....	92
7.3. Экономическая сущность многоэтапной транспортной задачи.....	94
7.4. Матричная и экономико-математическая модель многоэтапной транспортной задачи.....	95
Контрольные вопросы.....	97
Глава VIII. Модели развития и размещения производства.....	99
8.1. Постановка и математическая модель задачи развития и размещения производства.....	99
8.2. Построение матричной и экономико-математической модели задачи развития и размещения производства.....	103
8.3. Использование различных многокритериальных показателей при постановке многоэтапной задачи развития и размещения производства.....	106
Контрольные вопросы.....	109
Глава IX. Моделирование выбора потребителя.....	111
9.1. Свобода выбора потребителя.....	111
9.2. Максимизация функции полезности потребителя.....	112
9.3. Кривые безразличия и бюджетное ограничение.....	113
Контрольные вопросы.....	116
Глава X. Межотраслевые балансовые модели национальной экономики.....	117
10.1. Общая структура межотраслевого баланса.....	117
10.2. Агрегирование в межотраслевом балансе.....	118
10.3. Математические зависимости в модели межотраслевого баланса.....	120
10.4. Характеристики квадрантов межотраслевого баланса.....	123
10.5. Взаимосвязь квадрантов в системе балансов и используемые экономические показатели.....	125
Контрольные вопросы.....	127
Глава XI. Прикладные задачи динамического программирования.....	129
11.1. Понятие о динамическом программировании.....	129
11.2. Свойства и условия построения задач динамического программирования.....	130
11.3. Векторная и матричная форма динамических моделей.....	131
Контрольные вопросы.....	133
Глава XII. Модели управления запасами.....	134

12.1. Основная модель управления запасами	134
12.2. Статическая детерминированная модель в условиях дефицита	136
12.3. Стохастическая модель управления запасами	137
Контрольные вопросы.....	138
Глава XIII. Сетевое моделирование	139
13.1. Модели сетевого планирования и управления.....	139
13.2. Алгоритм задачи сетевого планирования.....	140
13.3. “Критический путь” в сетевых моделях	142
Контрольные вопросы	144
Глава XIV. Принятие решений с помощью теории игр в условиях рыночной неопределенности.....	146
14.1. Элементы теории игр в задачах моделирования экономических процессов	146
14.2. Принятие решений в условиях неопределенности	148
14.3. Решение задач матричных игр симплекс методом	150
Контрольные вопросы.....	152
Глава XV. Моделирование деятельности фирм в условиях модернизации экономики Республики Узбекистан	154
15.1. Модели поведения производителей	154
15.2. Методы прогнозирования показателей деятельности фирм.....	156
15.3. Анализ и моделирование деятельности фирм на основе производственной функции Кобба-Дугласа	159
Контрольные вопросы	160
Глоссарий	161
Рекомендуемая литература	166

Content

Introduction	12
Chapter I. Introduction to the subject “Economic-mathematical methods and models”	14
1.1. Directions and principles of development of the national economy of Uzbekistan	14
1.2. The need and importance of modeling socio-economic indicators and processes	21
1.3. Purpose, objectives of the subject and relations with other subjects	25
Revision questions	28
Chapter II. Socio-economic systems and methods for their description	29
2.1. The hierarchical structure of socio-economic systems	29
2.2. The essence of the model and modeling processes	30
2.3. Classification of economic and mathematical methods and models.....	35
2.4. Stages of economic and mathematical modeling	42
Revision questions	45
Chapter III. Application of optimization methods in economic processes	47
3.1. Modeling the main indicators of the enterprise.....	47
3.2. General statement and economic-mathematical model of the linear programming problem.....	49
3.3. The mathematical model of the assortment problem	54
3.4. Economic problems solved on the basis of optimization methods	55
Revision questions	57
Chapter IV. Duality theory in solving the problem of efficient distribution of limited resources	58
4.1. Economic interpretation of the direct and dual tasks linear programming method	58
4.2. The condition of duality in the formulation of economic problems	62
4.3. The properties of dual estimates and application in economic analysis	64
Revision questions	70
Chapter V. Models of optimal equipment loading in conditions of production diversification	72
5.1. Fundamentals of production diversification.....	72
5.2. Matrix and economic-mathematical models of interchangeable and internonchangeable equipment	73
5.3. Statement of the problem of optimal use of production equipment of the enterprise.....	76
Revision questions	79
Chapter VI. Models for the optimal use of raw materials	80
6.1. Problem for optimal cutting of industrial materials	80
6.2. Economic-mathematical model of the problem of minimizing total waste	81
6.3. Models for maximizing complete product sets	82
6.4. Other tasks of using raw materials	84

Revision questions	90
Chapter VII. Models for optimizing economic relations between economic entities	91
7.1. The economic essence of the transport problem	91
7.2. Matrix and economic-mathematical model of the transport problem.....	92
7.3. The economic essence of the multi-stage transport problem.....	94
7.4. Matrix and economic-mathematical model of the multi-stage transport problem	95
Revision questions	97
Chapter VIII. Models of development and placement of production	99
8.1. Statement and mathematical models of the problem of development and placement of production.....	99
8.2. Construction of a matrix and economic-mathematical model of the problem of development and location of production	103
8.3. The use of various criteria indicators in the formulation of a multi-stage task of development and placement of production	106
Revision questions	109
Chapter IX. Consumer choice modeling	111
9.1. Consumer free choice	111
9.2. Maximizing consumer utility function.....	112
9.3. Indifference curves and budget constraint	113
Revision questions	116
Chapter X. Input-output models of national economy	117
10.1. The overall structure of the input-output model	117
10.2. Aggregation of the input-output model.....	118
10.3. Mathematical dependencies in the input-output model	120
10.4. Input-output model quadrants characteristics	123
10.5. The relationship of quadrants in the balance sheet and used economic indicators	125
Revision questions	127
Chapter XI. Dynamic programming applications	129
11.1. The concept of dynamic programming	129
11.2. Properties and conditions for constructing dynamic programming tasks	130
11.3. Vector and matrix form of dynamic models	131
Revision questions	133
Chapter XII. Inventory management models	134
12.1. Basic inventory management model	134
12.2. Static deterministic model in terms of the deficit	136
12.3. Stochastic inventory management model.....	137
Revision questions.....	138
Chapter XIII. Network modeling	139
13.1. Network planning and management models	139
13.2. Network planning problem algorithm.....	140
13.3. “The critical path” in network models	142

Revision questions.....	144
Chapter XIV. Decision making using game theory under market uncertainty	146
14.1. Elements of game theory in problems of modeling economic processes	146
14.2. Decision making under uncertainty.....	148
14.3. Solving problems of matrix games by simplex method.....	150
Revision questions	152
Chapter XV. Modeling the activities of firms in the modernization of the economy of the Republic of Uzbekistan	154
15.1. The models of behaviors manufacturers	154
15.2. Methods of forecasting firm performance.....	156
15.3. Analysis and modeling of firms activity based on the Cobb-Douglas production function	159
Revision questions	160
Glossary	161
Recommended literature	166

KIRISH

Milliy iqtisodiyotning tarkibiy tuzilishidagi tub o'zgarishlar respublika uchun strategik ahamiyatga ega bo'lgan yo'nalish hisoblanadi va shu bilan murakkab va tez o'zgaruvchan globallasuv sharoitida jahon bozorlarida O'zbekiston iqtisodiyotining raqobatbardoshligini oshirish va o'rnini mustahkamlash, aholi daromadlari, turmush darajasi va sifatini izchil oshirish yo'lida maqsadli, qat'iyat bilan olg'a intilish zarurligiga e'tibor qaratildi.

Mamlakat, tarmoq va hudud iqtisodiyotini tubdan o'zgartirish korxonalar iqtisodiyotidan boshlanib, ishlab chiqarish kuchlarini raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish va jahon bozori talablari darajasiga javob beradigan darajaga yetkazish, aholi ehtiyojlarini qondirish va samarali tashqi munosabatlarni o'rnatishga qaratiladi.

“O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida” gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoniga ko'ra mamlakatimizda 2017-2021 yillarda "...iqtisodiyotni yanada rivojlantirish va liberallashtirishga yo'naltirilgan makroiqtisodiy barqarorlikni mustahkamlash va yuqori iqtisodiy o'sish sur'atlarini saqlab qolish, milliy iqtisodiyotning raqobatbardoshligini oshirish, ... kichik biznes va xususiy tadbirkorlik rivojini rag'batlantirish, hududlar, tuman va shaharlarni kompleks va mutanosib holda ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiy ettirish, investitsiyaviy muhitni yaxshilash orqali mamlakatimiz iqtisodiyoti tarmoqlari va hududlariga xorijiy sarmoyalarni faol jalb etish ko'zda tutilgan"¹.

“Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fanining predmeti bo'lib, turli darajadagi ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarda kechayotgan jarayonlarning miqdoriy xarakteristikalarini va o'zaro aloqalarini iqtisodiy-matematik usullar va modellar asosida o'rganish hisoblanadi.

Iqtisodiy-matematik model ijtimoiy-iqtisodiy tizimning muhim xususiyatlarini ifodalovchi, tadqiqot jarayonida tizimni o'rnini bosuvchi matematik ifoda sifatida ko'rib chiqilishi mumkin. Iqtisodiy-matematik model tuzishni yanada kengroq

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida» gi №PF-4947 sonli Farmoni. //Xalq so'zi. 2017- yil 8- fevral.

jarayon – iqtisodiy-matematik modellashtirishdagi asosiy bosqich sifatida qarash zarur, chunki u iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy tizimni tadqiq qilishning asosiy usuli sifatida namoyon bo‘ladi.

Fanning maqsadi bo‘lib, talablarga matematik modellashtirish usullari va zamonaviy kompyuter texnologiyalari asosida iqtisodiyotni boshqarishning turli darajalaridagi masalalarni tuzish, yechish va tahlil qilishda nazariy va uslubiy tamoyillarni kompleks o‘rgatish hisoblanadi.

Fanning vazifalari bo‘lib, bozor kon’yunkturasini tahlil qilish usullari, turli iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy ko‘rsatkichlar va jarayonlarni tahlil qilish va prognozlashni amalga oshirish usullari, iste’molchilar va ishlab chiqaruvchilar bozorida vujudga kelishi mumkin bo‘lgan turli vaziyatlarni iqtisodiy-matematik modellar orqali tahlil qilish va prognozlashni amalga oshirish, korxonalar biznes-rejasi va me’yorlarini ilmiy-iqtisodiy asoslash, mehnat, moddiy va moliyaviy resurslardan foydalanishning iqtisodiy samarasini aniqlash, ichki imkoniyatlarni qidirib topish va baholash bilan ishlab chiqarishni rivojlantirish tendensiyalari va nisbatlarini aniqlash, korxonaning bozor strategiyasini tanlash bo‘yicha turli holatlarni tahlil qilish va qarorlar qabul qilish, iqtisodiy ko‘rsatkichlarini tahlil qilishda va ushbu sohada vujudga kelishi mumkin bo‘lgan amaliy muammolarni yechishda iqtisodiy-matematik usullar va modellar hamda zamonaviy axborot texnologiyalaridan samarali foydalanishni o‘rgatishdan iborat.

Fanni o‘rganish natijasida talabalar iqtisodiy-matematik modellarni tuzish tamoyillari to‘g‘risida nazariy bilimlar oladi, aniq korxonalar ma’lumotlari asosida iqtisodiy-matematik modellarni tuzish va shaxsiy kompyuterlarda ularning miqdoriy hechimlarini olish hamda olingan natijalarni iqtisodiy tahlil qilish bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘ladilar.

I bob. “IQTISODIY-MATEMATIK USULLAR VA MODELLAR”

FANIGA KIRISH

1.1. O‘zbekiston milliy iqtisodiyotini rivojlanish yo‘nalishlari va tamoyillari.

1.2. Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar va ko‘rsatkichlarni modellashtirishning zarurligi va ahamiyati.

1.3. Fanning maqsadi va vazifalari, boshqa fanlar bilan aloqasi.

1.1. O‘zbekiston milliy iqtisodiyotini rivojlanish yo‘nalishlari va tamoyillari

Mamlakatimizda olib borilayotgan tub iqtisodiy islohotlar, Harakatlar strategiyasida belgilangan vazifalarni amalga oshirish natijasida 2018 yilda O‘zbekiston Respublikasi yalpi ichki mahsuloti (YaIM - iqtisodiy rezident-birliklar ishlab chiqarish faoliyatining yakuniy natijasini ifodalovchi va ushbu birliklar tomonidan yakuniy foydalanish uchun ishlab chiqarilgan tovarlar va xizmatlar qiymati orqali o‘lchanadigan Milliy hisoblar tizimining asosiy ko‘rsatkichlaridan biridir) hajmi joriy narxlarda 407514,5 mlrd. so‘mni tashkil etdi va 2017- yil bilan taqqoslaganda 5,1 % ga o‘sdi (1-jadval).

1-jadval.

2018 yilda iqtisodiy faoliyat turlari bo‘yicha YaIMni ishlab chiqarish²

Ko‘rsatkichlar	mlrd. so‘m		Fizik hajmi indeksi, % da	YaIM o‘sishidagi hissasi, %
	2017 y.	2018 y.		
YaIM - jami	302536,8	407514,5	105,1	5,1
<i>shu jumladan:</i>				
Tarmoqlarning yalpi qo‘shilgan qiymati	267744,8	361951,1	105,1	4,5
Qishloq, o‘rmon va baliq xo‘jaligi	90983,9	117315,8	100,3	0,1
Sanoat	59570,4	95083,9	110,6	2,1
Qurilish	15228,6	20734,4	109,9	0,5
Savdo, yashash va ovqatlanish bo‘yicha xizmatlar	21540,6	26493,0	104,4	0,3
Tashish va saqlash, axborot va aloqa	25305,5	29868,3	106,3	0,5
Boshqa xizmat tarmoqlari	55115,8	72455,7	105,4	1,0
Mahsulotlarga sof soliqlar	34792,0	45563,4	105,5	0,6

² O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotlari

YaIM deflyatori indeksi 2017 yildagi narxlarga nisbatan 128,1 foizni tashkil etdi.

Aholi jon boshiga hisoblangan YaIM 12365,6 ming soʻmni tashkil etdi va bu koʻrsatkich oʻtgan yilning mos davriga nisbatan 3,3 % ga yuqoridir.

Iqtisodiy oʻsish surʼati iqtisodiyotning asosiy tarmoqlarida kuzatilgan ijobiy dinamika bilan bogʻliqdir. Iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida yaratilgan yalpi qoʻshilgan qiymat (YaQQ) hajmi YaIM umumiy hajmining 88,8% ini tashkil etdi va 5,1% ga oʻsdi (YaIM mutloq oʻsishiga taʼsiri 4,5 foiz punktni tashkil etdi). Mahsulotlarga sof soliqlarning YaIM tarkibidagi ulushi 11,2% ni tashkil etdi va 5,5% darajasida oʻsish qayd etildi (YaIM mutloq oʻsishiga taʼsiri 0,6 f.p.).

YaIM oʻsish surʼatiga sanoat tarmogʻi eng katta taʼsir koʻrsatdi (2,1 f.p.) va oʻtgan yilga nisbatan 10,6% ga oʻsdi. Sanoat tarmogʻidagi ijobiy dinamika togʻ-kon sanoati va ochiq konlarni ishlash tarmogʻi qoʻshilgan qiymatining 28,2%, ishlab chiqaradigan (qayta ishlash) sanoat tarmogʻi qoʻshilgan qiymatining 6,4% va boshqa sanoat tarmoqlarining 4,7% ga oʻsishi hisobiga taʼminlandi (2-javdal).

2-jadval

Sanoat tarmogʻining yalpi qoʻshilgan qiymati tarkibi³

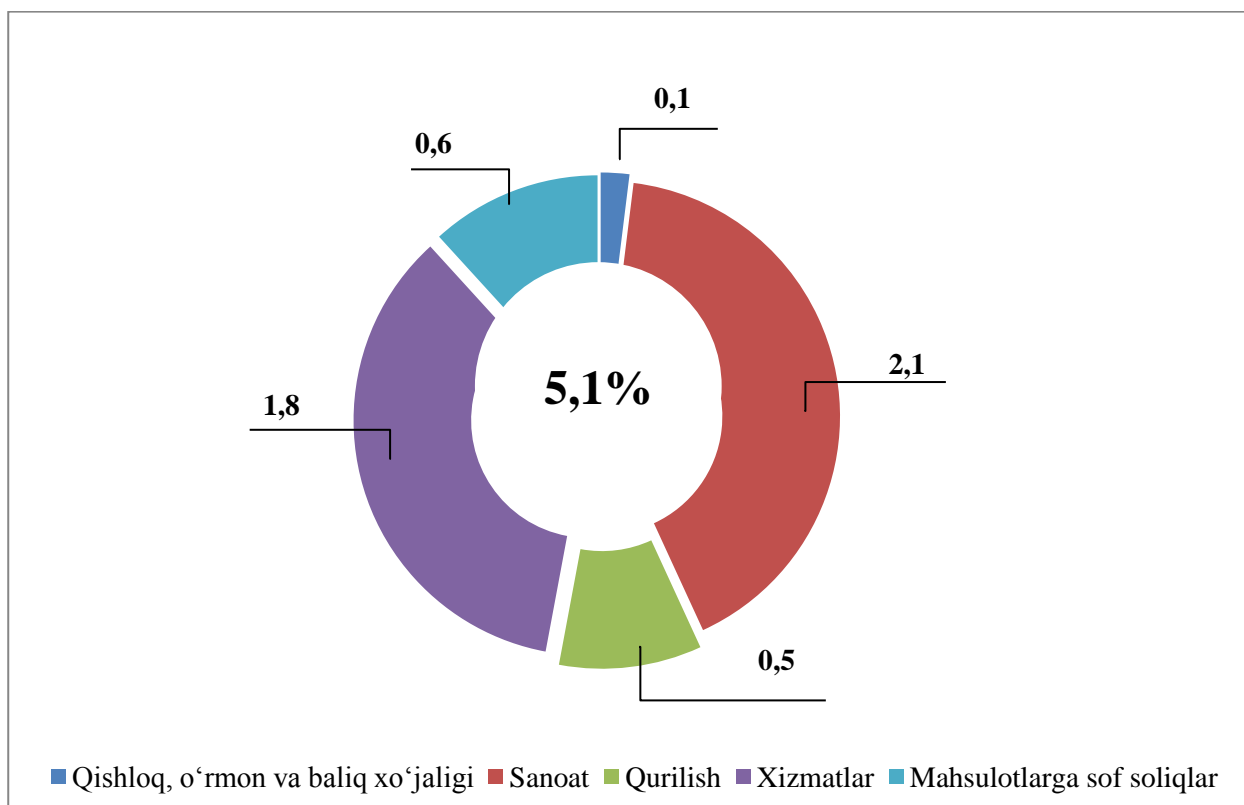
Koʻrsatkichlar	mlrd. soʻm		Fizik hajmi indeksi, % da
	2017 y.	2018 y.	
Sanoat	59570,4	95083,9	110,6
<i>shu jumladan:</i>			
togʻ-kon sanoati va ochiq konlarni ishlash	12052,0	24 634,0	128,2
ishlab chiqaradigan (qayta ishlash) sanoati	42243,5	63532,8	106,4
sanoatning boshqa tarmoqlari	5274,9	6917,1	104,7

2018-yil yakunlari boʻyicha, ishlab chiqaradigan (qayta ishlash) sanoati qoʻshilgan qiymati tarkibida eng katta ulush metallurgiya va metallni qayta ishlash sanoatiga (mashina va uskunalardan tashqari) toʻgʻri keldi va 24,5% ni tashkil etdi. Oziq-ovqat mahsulotlari, ichimliklar va tamaki mahsulotlarini ishlab chiqarishning ulushi 17,0%, toʻqimachilik mahsulotlari, kiyim, teri va unga tegishli mahsulotlar ishlab chiqarish – 16,1%, rezina, plastmassa buyumlar va boshqa nometall mineral mahsulotlar ishlab chiqarish – 11,3%, kimyo mahsulotlari ishlab chiqarish – 9,2%, avtotransport vositalari, treylerlar, yarim pritseplar hamda boshqa transport

³ Oʻzbekiston Respublikasi Davlat statistika qoʻmitasi maʼlumotlari

uskunalari ishlab chiqarish – 7,4 %, elektr uskunalari ishlab chiqarish – 3,5% va ishlab chiqaradigan (qayta ishlash) sanoatining boshqa mahsulotlarini ishlab chiqarish – 11,0 %ni tashkil qildi.

YaIM o‘shish sur‘atiga xizmatlar sohasining ijobiy ta‘siri 1,8 f.p. tashkil etdi. Ushbu sohada qo‘shilgan qiymatning 5,4 %ga o‘shishi kuzatildi. Shundan, savdo xizmatlari (avtotransport vositalarini ta‘mirlashni qo‘shgan holda) 4,4%, yashash va ovqatlanish bo‘yicha xizmatlar 4,5%, tashish va saqlash 3,7%, axborot va aloqa 15,3% va boshqa xizmatlar 5,4% ga o‘sdi (1-rasm).



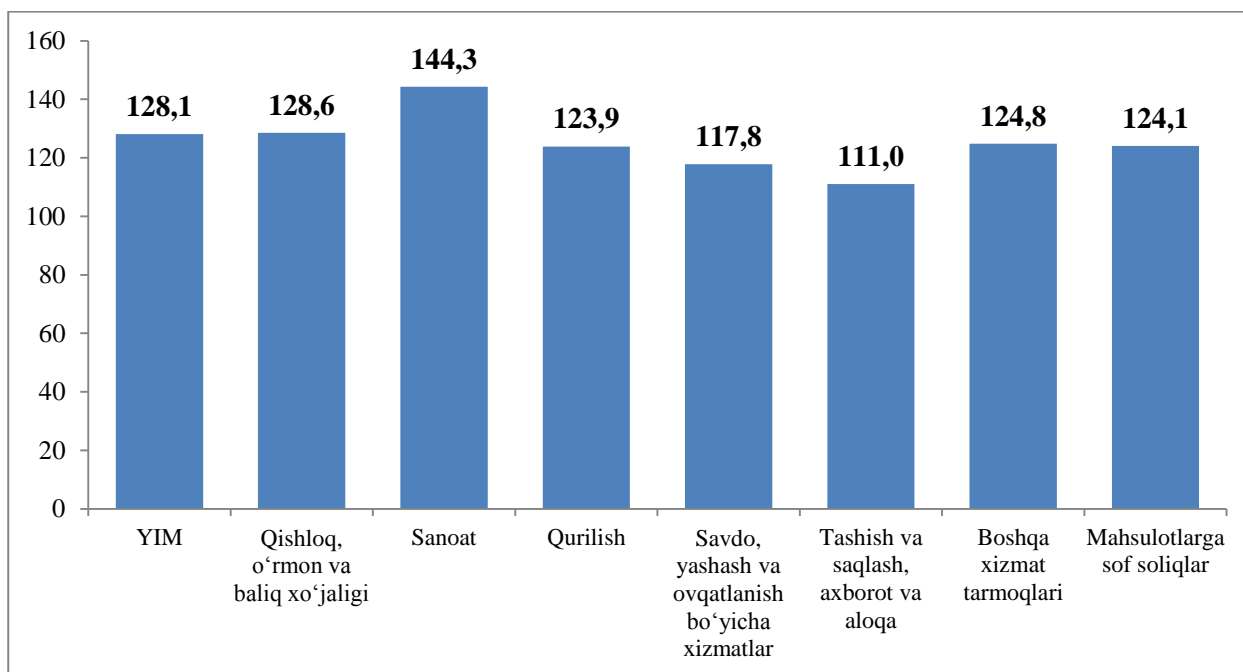
1-rasm. 2018- yilda YaIM o‘shishida tarmoqlarning hissasi, %⁴

Qurilish ishlari hajmi o‘tgan yilning mos davri bilan taqqoslaganda 9,9 %ga o‘sdi. YaIMning mutloq o‘shishida qurilish tarmog‘ining hissasi 0,5 f.p. darajasida baholandi. 2018- yil yakunlariga ko‘ra, qishloq, o‘rmon va baliq xo‘jaligida 0,3% darajasida ijobiy o‘shish sur‘ati qayd etildi. Mazkur tarmoqning YaIM mutloq o‘shish sur‘atiga ta‘siri 0,1 f.p. bo‘ldi.

⁴ O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ma‘lumotlari

2018- yilda YaIM deflyatori indeksi 2017- yildagi narxlarga nisbatan 128,1 foizni tashkil etdi. YaIM deflyatori indeksining eng yuqori ko'rsatkichlari sanoat tarmog'ida – 144,3 % va qishloq, o'rmon va baliq xo'jaligida – 128,6 % qayd etildi.

Respublikaning o'rtacha darajasidan past bo'lgan deflyator indeksleri qurilishda – 123,9 %, savdo, yashash va ovqatlanish bo'yicha xizmatlarda – 117,8 %, tashish va saqlash, axborot va aloqada – 111,0 %, boshqa xizmatlarda – 124,8 % va mahsulotlarga sof soliqlarda – 124,1 % qayd etildi (2-rasm).



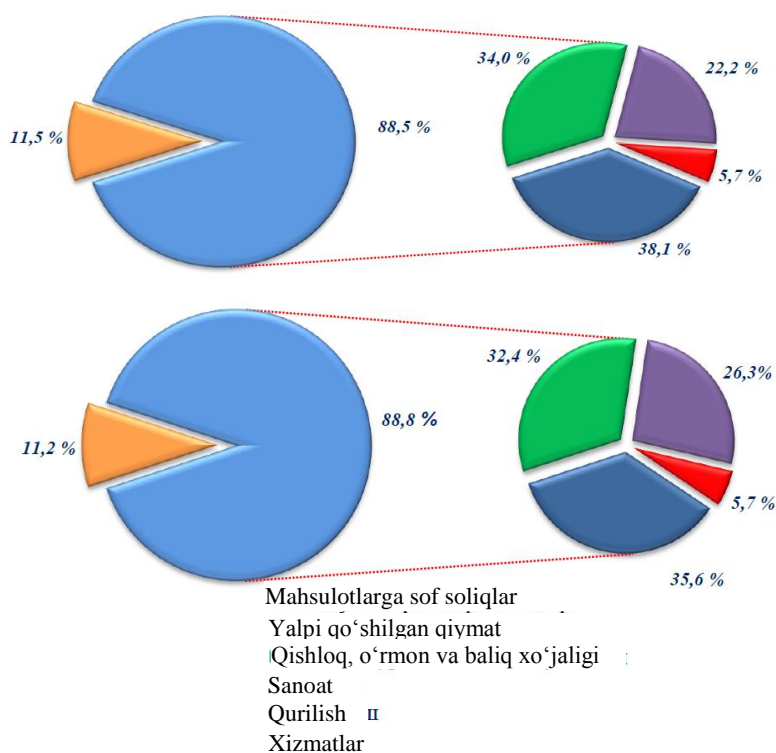
2-rasm. 2018- yilda YaIM ning iqtisodiy faoliyat turlari bo'yicha deflyator indeksi⁵

O'tgan yilning mos davri bilan taqqoslaganda YaIM tarmoqlari bo'yicha tarkibida qishloq, o'rmon va baliq xo'jaligining ulushi 1,6 f.p. ga kamaydi va 32,4 % ni tashkil qildi.

Sanoatning ulushi 22,2 %dan 26,3% ga o'sgan bir paytda qurilishning ulushi 2017 yildagi darajada saqlanib qoldi va 5,7% ni tashkil qildi.

Xizmatlar sohasining YaIM tarkibidagi ulushi 35,6% ni tashkil etdi va 2017- yil bilan taqqoslaganda 2,5 f.p. ga kamaydi (3-rasm).

⁵ O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlari



3-rasm. YaIMning tarmoqlar bo'yicha tarkibi (jamiga nisbatan % da)⁶

O'zbekiston Respublikasi hududlarida yalpi hududiy mahsulot ishlab chiqarish holati quyidagi 3-javdalda keltirilgan.

2018- yilda O'zbekiston Respublikasida yalpi ichki (hududiy) mahsulot⁷ 3-jadval

	YaIM (YaHM)		Aholi jon boshiga YaIM (YaHM)	
	mlrd. so'm	o'sish sur'ati, % da	ming so'm	o'sish sur'ati, % da
O'zbekiston Respublikasi	407514,5	105,1	12365,6	103,3
Qoraqalpog'iston Respublikasi	14185,2	103,4	7642,9	101,9
Andijon	27121,6	112,1	8923,9	110,2
Buxoro	21151,9	104,6	11222,4	103,1
Jizzax	11820,2	102,6	8830,3	100,7
Qashqadaryo	28412,2	101,0	8932,1	99,0
Navoiy	21729,0	103,4	22489,1	101,7
Namangan	18141,4	102,5	6654,7	100,6
Samarqand	31187,4	99,3	8295,8	97,3
Surxondaryo	17061,9	101,0	6712,5	98,9
Sirdaryo	8200,5	102,1	9966,6	100,4
Toshkent	38398,7	106,4	13333,4	105,1
Farg'ona	25181,2	103,9	6895,7	102,2
Xorazm	15154,2	103,0	8325,6	101,3
Toshkent sh.	53287,1	108,1	21419,4	106,2

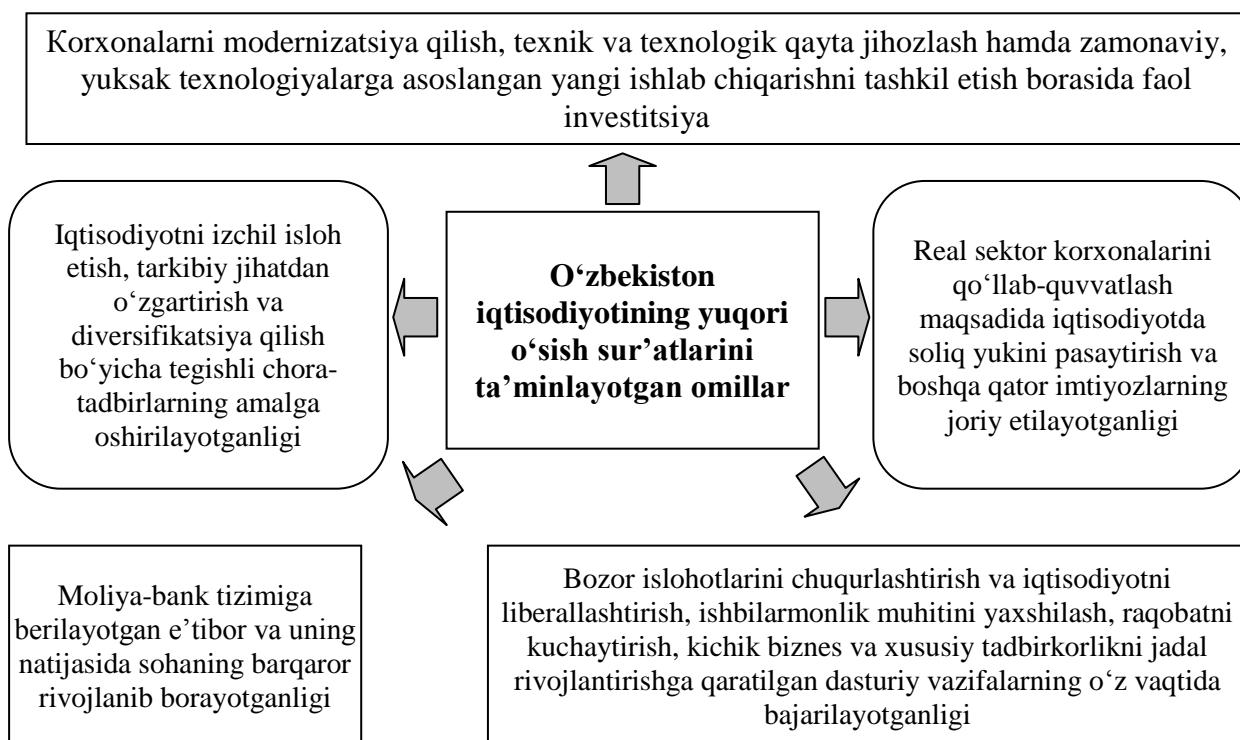
⁶ O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlari

⁷ O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlari

2018- yil yakunlari bo'yicha Toshkent shahri (108,1%), Andijon viloyati (112,1%) va Toshkent viloyatlarida (106,4%) yuqori o'sish sur'atlari qayd etildi. Respublika darajasiga (105,1%) nisbatan past o'sish sur'atlari Samarqand (99,3%), Qashqadaryo (101,0%), Surxondaryo (101,0%) va Sirdaryo (102,1%) viloyatlarida kuzatildi.

Respublika bo'yicha YaIMning shakllanishida Toshkent shahri 13,1% ulush bilan eng katta hissa qo'shdi. Toshkent viloyati 9,4% va Samarqand viloyati 7,7% ko'rsatkich bilan keyingi o'rinlarni egallab turibdi. Respublika YaIMni shakllantirishda eng kam ulush Sirdaryo (2,0%) va Jizzax viloyatlariga (2,9%) hamda Qoraqalpog'iston Respublikasiga (3,5%) to'g'ri kelmoqda.

O'zbekiston Respublikasi milliy iqtisodiyotining yuqori o'sish sur'atlarini ta'minlayotgan omillar quyidagi 4-rasmida keltirilgan.

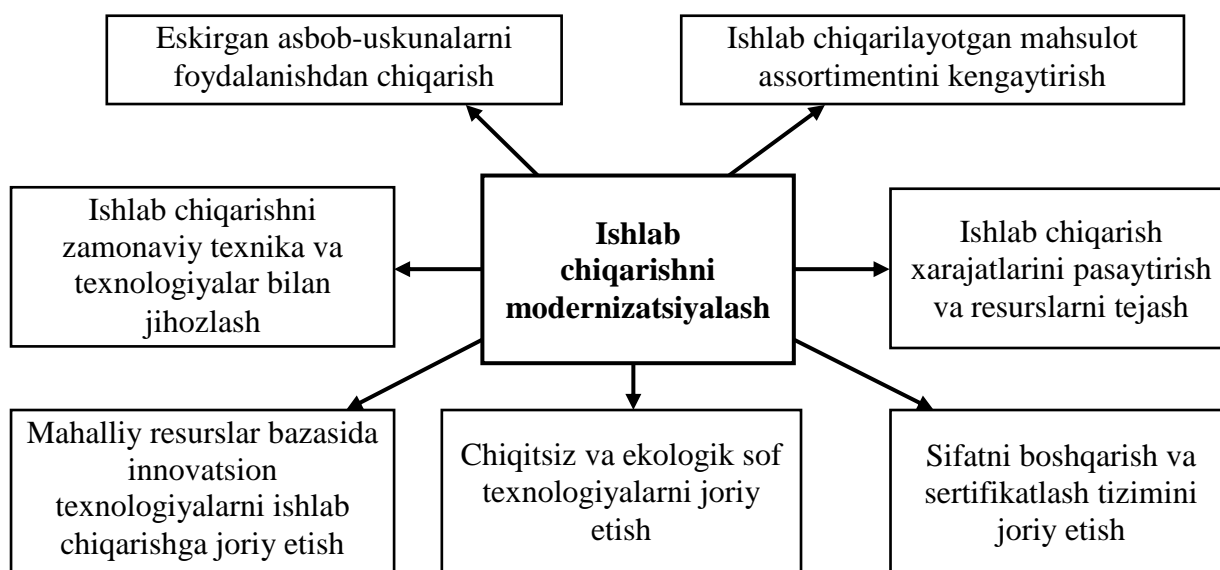


4-rasm. O'zbekistonda iqtisodiyotning yuqori o'sish sur'atlarini ta'minlovchi omillar

Respublikamizda avvalgi yillardagidek, investitsiyalar asosiy qismining (65,0% dan ortig'ini) ishlab chiqarishni rivojlantirishga, ya'ni yangi ishlab chiqarish korxonalarini qurish va yangi zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarini xarid qilishga yo'naltirildi.

Xususan, 2018- yilda yangi ishlab chiqarish korxonalarini barpo qilish, mavjud korxonalarni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik jihatdan qayta jihozlash hamda qishloq joylarda zamonaviy loyihalar bo'yicha yakka tartibdagi yangi turar joylarni barpo etish maqsadlariga tijorat banklari tomonidan barcha manbalar hisobidan 22 trln. so'm miqdorida yoki 2017- yilga nisbatan 4,8 trln. so'mdan ziyod miqdorda investitsion kreditlar ajratildi.

Respublikada ishlab chiqarishni modernizatsiyalashning asosiy yo'nalishlari quyidagi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Ishlab chiqarishni modernizatsiyalashning asosiy yo'nalishlari

2018- yilda tijorat banklarining investitsion faoliyatida asosiy e'tibor 2017-2021 yillarga mo'ljallangan Harakatlar strategiyasi asosida iqtisodiyotni yanada isloh qilish, tarkibiy qayta o'zgartirish va modernizatsiyalash umumiy dasturini tashkil etuvchilarga qaratdi, shu jumladan:

- iqtisodiyotni tarkibiy jihatdan o'zgartirish, ishlab chiqarishni modernizatsiya va diversifikatsiya qilishni ta'minlash;
- muhandislik-kommunikatsiya hamda yo'l-transport infratuzilmasini rivojlantirish va modernizatsiya qilish;
- iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya sarfini kamaytirish, energiyani tejovchi texnologiyalarni joriy etish bo'yicha chora-tadbirlar dasturlaridagi investitsion loyihalarni moliyalashtirishda faol ishtirok etishga qaratiladi.

Pul-kredit siyosatini rivojlantirish va amalga oshirish. 2017 yilda boshlangan iqtisodiyotni liberallashtirish va bozor mexanizmlari rolini oshirishga qaratilgan iqtisodiy islohotlarning yangi bosqichi oʻrta muddatli istiqbolda bank tizimi va pul-kredit siyosatini rivojlantirishning ustuvor yoʻnalishlarini belgilab berdi. Ushbu yoʻnalishdagi muhim qarorlardan biri – milliy valyuta almashuv kursining bozor mexanizmlari asosida shakllanish tamoyillarini joriy etish orqali ichki valyuta bozorini bosqichma-bosqich liberallashtirilishi bilan bogʻliq amaliy qadamlar boʻldi.

Mamlakatda ichki narxlar barqarorligi taʼminlanishi makroiqtisodiy barqarorlikning kafolati boʻlib, iqtisodiy islohotlarni jadallashtirish va rivojlantirish dasturlarini muvaffaqiyatli amalga oshirishda zaruriy sharoit hisoblanadi. Bunda inflyatsiyaning past va barqaror koʻrsatkichlari muvozanatli iqtisodiy oʻsishni taʼminlash, ishlab chiqarish raqobatbardoshligi va aholini yashash darajasini oshirishning muhim omili sanaladi. Shu nuqtai nazardan, narxlar oʻsish surʼatlarining pasayishi va barqarorlashishi davlat iqtisodiy siyosatining asosiy maqsadlaridan biri boʻlishi kerak. Inflyatsiyaning past va barqaror darajasi aholi hamda yuridik shaxslar omonatlarini uzoq muddatli investitsiyalarga aylanishi uchun kerakli sharoit yaratadi hamda ichki bozordagi narxlar nomutanosibligini kamaytirib, mavjud iqtisodiy resurslarning samarali taqsimlanishiga xizmat qiladi.

1.2. Ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlar va koʻrsatkichlarni modellashtirishning zarurligi va ahamiyati

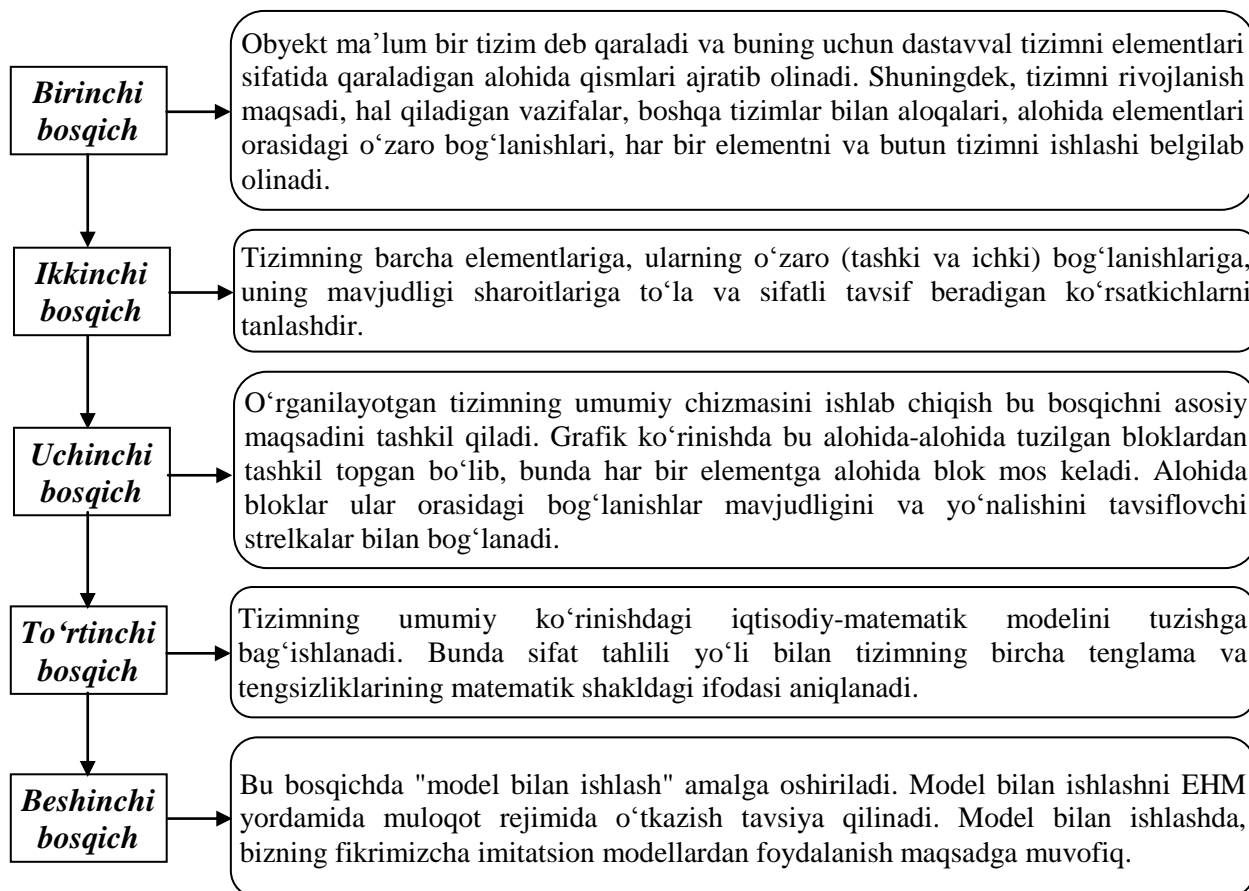
“Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fani ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarni tahlil qilish va modellashtirishda tizimli yondashish usullaridan keng foydalanadi. Chunki, tizimli yondashuv, murakkab ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarning rivojlanishini dinamikada oʻrganib, ularning har bir elementi faoliyatini tahlil qilishga, boshqarishga va tartibga solishga imkon beradi.

Matematik usullar oddiy anʼanaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va obyektiv oʻzgaruvchan natija koʻrsatkichlarini boshqa koʻrsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi.

Tizimli yondashish - bu ilmiy-tadqiqot uslubiyotidagi yoʻnalishdir. U obyektни koʻp sonli ichki (endogen) va tashki (ekzogen) aloqalardan iborat boʻlgan elementlardan tashkil topuvchi murakkab tizim sifatida oʻrganishga tayanadi. Tizimli yondashish obyektни chuqur va atroflicha oʻrganishga, uni haqida toʻliq tasavvurga ega boʻlishga, uning alohida elementlari orasidagi sabab-oqibat bogʻlanishlarini aniqlashga imkon beradi.

Tizimli yondashuvning asosiy xususiyati - bu tizim elementlarining oʻzaro taʼsiri, oʻzaro bogʻliqligi va dinamik xarakterda boʻlishi, kompleksligi, butunligi, boʻysunuvchanligi, yetakchi boʻgʻinni ajratib koʻrsatishidan iborat. Tizimli yondashuv ishlab chiqarish masalalarining ilmiy asoslangan alternativ variantlarini ishlab chiqish va bu variantlarni samaradorligini hisoblash yoʻli bilan optimal boshqaruv karorlarini ishlab chiqish va tanlash imkonini beradi¹.

Tizimli tahlilni amalga oshirish jarayonini bir necha ketma-ket bosqichga ajratish mumkin (6-rasm).



6-rasm. Tizimli tahlil bosqichlari

¹ Angel de la Fuente. Mathematical methods and models for economists. Cambridge university press, 2000. – 829 pp.

Matematik usullarning va elektron texnologiyalarining milliy iqtisodni boshqarishda afzalliklaridan biri shundaki, ular yordamida modellashtiruvchi obyektga omillarning ta'sirini, natija ko'rsatkichiga resurslarning o'zaro munosabatlarini ko'rsatish mumkin. Bu esa o'nlab tarmoqlar va minglab korxonalarda ishlab chiqarish natijalari va milliy iqtisodiyotning ustuvor yo'nalishlarini ilmiy asosda prognozlash va boshqarishga imkon beradi.

Matematik usullar va modellar ahamiyati quyidagilardan iborat:

- iqtisodiy-matematik usullar yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi;

- iqtisodiy-matematik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yetakchi vosita bo'lib xizmat qiladi;

- iqtisodiy-matematik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarni amalga oshirishda ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin;

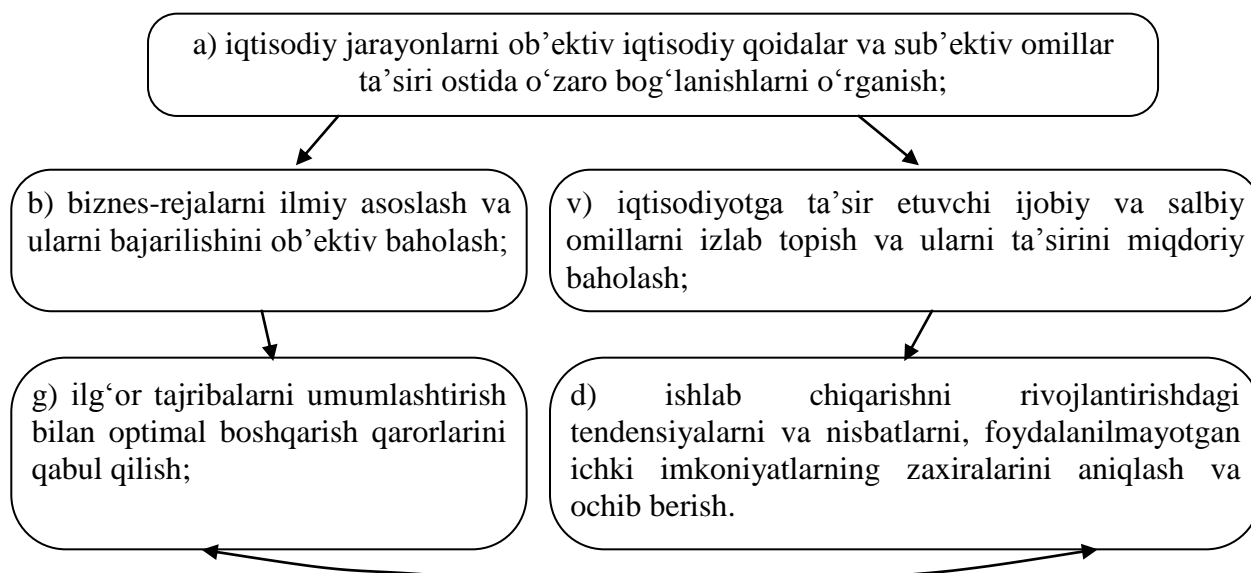
- iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlar nafaqat chuqur tahlil qilinmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochish imkoni yaratiladi;

- iqtisodiy-matematik usullar va modellar hisoblash ishlarini kompyuterlashtirish va avtomatlashtirish bilan birga, aqliy mehnatni yengillashtiradi va iqtisodiy soha xodimlarning mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi va boshqaradi.

Iqtisodiy-matematik usullar - bu iqtisodiy va matematik ilmiy fanlar kompleksining nomi. Bu fanlar butun iqtisodiyotni har tomonlama matematik apparat yordamida tahlil uchun ishlatiladi.

Iqtisodiy-matematik usullar va modellari o'z ichiga maxsus fanlar tizimidan iborat bo'lgan tushuncha va qoidalarni olgan bo'lib, quyidagilarga bog'liq (7-rasm):

Iqtisodiyotni matematik usullar va modellar yordamida tahlil qilishda ishlab chiqarish jarayonlari o'zaro birgalikda bir-birlari bilan bog'langan holda, bir-birlarini to'ldirib o'rganiladi. Bunda ularni bir- birlarini bog'lab turuvchi har qanday omillar, sabablar, asoslar, hodisalar, jarayonlar o'rganilib chiqiladi va baholanadi.



7-rasm. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar fanining tushunchalari va qoidalari

Buning uchun ular chuqur, har tomonlama, asosiy va qo'shimcha, ahamiyatga ega bo'lgan va ahamiyatga ega bo'lmagan, aniqlangan va aniqlanmaydigan guruhlariga ajratiladi. Shundan keyin, eng avvalo ishlab chiqarish jarayonlariga ta'sir etuvchi, ahamiyatga ega bo'lgan, asosiy va aniqlovchi omillar ta'siri o'rganiladi. Iqtisodiy jarayonlarga barcha omillarning ta'sirini o'rganish juda ham murakkab masala bo'lib, amalda har doimo ularni hisobga olib bo'lmaydi.

Korxonaning biznes-rejasini bajarilishiga samarali ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularni ta'sirini o'rganish bilan birga shu ta'sirlarni baholash, iqtisodiy tahlilda matematik modellardan foydalanishni taqozo etadi.

Iqtisodiy-matematik usullar va modellardan keng foydalanish iqtisodiy tahlil yo'nalishlarini takomillashtiradi, turli jarayonlar o'rtasidagi bog'lanishlar, ularning o'zgarishlarini miqdoriy ko'rsatkichlar bilan ifodalashga va o'zgarish tendensiyalarini aniqlashga imkoniyatlar yaratib iqtisodiy tahlilning samarasini oshiradi. Buning natijasida tahlil qilish muddati kamayishi bilan iqtisodiy, tijorat faoliyatiga ta'sir qiluvchi omillarni to'la qamrab olish va ulardan eng asosiylarini, ta'siri sezilarlilarini ajratib, avvalgi takribiy hisob-kitoblarni aniq hisoblar bilan almashtirish, ko'p o'lchamli masalalarni tuzish va yechish, qo'lda amalga oshiriladigan murakkab hisob-kitoblarni kompyuterlarda amalga oshirishga imkon yaratadi.

Korxonalar faoliyatini tahlil qilishda iqtisodiy-matematik usullar va modellardan foydalanish, korxonada iqtisodiyotini o'rganishga tizimli yondashishni, uning turli faoliyatlari o'rtasidagi mavjud barcha o'zaro bog'lanishlarni hisobga olishni talab qiladi. Bunday sharoitda tahlil qilishning o'zi kibernetika nuqtai nazaridan tizimli yondashishni talab qiladi; iqtisodiy tahlil yordamida yechiladigan masala va iqtisodiy jarayonlarni miqdoriy xarakteristikalarini ifodalovchi iqtisodiy-matematik modellar kompleksini yaratish; korxonaning faoliyati haqidagi iqtisodiy ma'lumotlar tizimini takomillashtirish; iqtisodiy tahlil qilish uchun maqsadli iqtisodiy ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, saqlash va yetkazib berishni amalga oshiruvchi texnik vositalarni mavjud bo'lishi; iqtisodchi-amaliyotchilardan iqtisodiy-matematik modellashtirishda matematik-hisobchilardan, operator-dasturchilardan iborat maxsus analitik guruhlar tashkil etish zarur.

Korxonada va firmalar darajasida fanning oldida turgan vazifalar quyidagilar:

- iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish vositalaridan foydalanish;
- iqtisodiyot murakkab va ierarxik tuzilishga egaligi, iqtisodiy jarayonlarning mohiyati, mazmuni va xususiyatlarini fikrlay olish;
- korxonada va firmalarning faoliyat ko'rsatish mexanizmini tahlil qilish;
- korxonalarda amalga oshirilayotgan har bir jarayonga mos keluvchi iqtisodiy-matematik usullar va modellarni tuzish yo'llarini tadqiq qilish;
- korxonada ma'lumotlari bo'yicha optimizatsion, balans, trend modellarini tuzish;
- tanlangan modelni maxsus kompyuter dasturlari asosida yechish;
- har bir iqtisodiy jarayonning ko'p variantli yechimlarini olish;
- olingan yechimlarni iqtisodiy tahlil qilish va qaror qabul qilish.

1.3. Fanning maqsadi, vazifalari va boshqa fanlar bilan aloqasi

Respublikamizda iqtisodiyotni modernizatsiyalash, ishlab chiqarishni diversifikatsiyalash va texnologik jihatdan yangilash, to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalarni jalb etish siyosati izchil amalga oshirilmoqda. Ushbu masalalarni optimal ravishda hal etishda "Iqtisodiy-matematik usullar va modellar" fanning roli ortib bormoqda.

Iqtisodiyotni modernizatsiyalash sharoitida o'zgaruvchan raqobat muhiti va bozor sharoitini ilg'ab olish, ularning rivojlanish qonuniyatlarini chuqur tahlil qilishda iqtisodiy-matematik usullar va modellardan foydalanish yordamida taqchil iqtisodiy resurslarni optimal taqsimlash, ko'p variantli muqobil yechimlarni ishlab chiqish, tavakkalchilik va noaniqlik sharoitida optimal iqtisodiy qarorlar qabul qilish, keyinchalik, bu qarorlar bajarilishini kompyuter texnologiyalari orqali monitoring qilish masalalarining nazariy va amaliy tomonlarini o'rganishda "Iqtisodiy-matematik usullar va modellar" fani muhim ahamiyat kasb etadi¹.

"Iqtisodiy-matematik usullar va modellar" fani talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalalar, iqtisodiy hodisa va jarayonlarni iqtisodiy-matematik modellashtirishga uslubiy yondashuv hamda ilmiy dunyoqarashini shakllantiradi.

Iqtisodiy-matematik usullar va modellar fanining predmeti bo'lib, iste'molchilar, ishlab chiqaruvchi korxonalar, birlashma, assotsiatsiyalar ishlab chiqarish jarayonlari, ular faoliyatlarining obyektiv va sub'ektiv omillar ta'siri ostida ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligi va moliyaviy natijalarini iqtisodiy-matematik modellar tizimi orqali ifodalash hisoblanadi. Ushbu jarayonlarda ichki va tashqi omillar ta'siri ostida ishlab chiqarish jarayonlari, pirovard natijalarni shakllantirish hamda ularni matematik usullar orqali baholash tushuniladi. Turli xildagi omillar ishlab chiqarish jarayonlariga muntazam ta'sir o'tkazib, ular turli iqtisodiy qonunlarni ifodalaydi. Masalan, modellashtirish jarayonida narx omilining ta'siri o'rganilayotgan bo'lsin. Agar bozorda xomashyo, materiallar, yarim fabrikatlar va tayyor mahsulotlarning bahosi o'zgarsa, bu holat o'z navbatida sanoat, qishloq xo'jaligi, savdo va boshqa tarmoqlar korxonalarining barcha moliyaviy ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadi.

"Iqtisodiy-matematik usullar va modellar" fanini o'qitishdan maqsad – talabalarda milliy iqtisodiyot va uning tarmoqlari, korxonalar va birlashmalarda uchraydigan murakkab iqtisodiy tizimlarni modellashtirishning nazariy va uslubiy asoslarini hamda, aniq iqtisodiy obyektlar misolida modellar yaratilishi, ularning

¹ Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие. –М.: ЮНИТИ, 2009. – 595 с.

iqtisodiy mazmuni, qo'yilgan masalalarni kompyuter dasturlarida yechish va olingan natijalarni iqtisodiy talqin qilish bo'yicha boshqaruv qarorlarini qabul qilishda bakalavriat ta'lim yo'nalishlari profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishdan iborat.

Fanning asosiy vazifalari bo'lib:

- ishlab chiqaruvchilar o'rtasida sog'lom raqobatni ta'minlashning o'ziga xos xususiyatlarini o'rgatish;

- bozor kon'yunkturasini tahlil qilish usullarini o'rgatish;

- turli iqtisodiy-matematik modellar yordamida iqtisodiy ko'rsatkichlar va jarayonlarni tahlil qilish va prognozlashni amalga oshirish usullarini ko'rsatib berish;

- iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilar bozorida vujudga kelishi mumkin bo'lgan turli vaziyatlarni iqtisodiy-matematik modellar orqali tahlil qilish va prognozlashni amalga oshirishni o'rgatish;

- korxonaning biznes-rejasi va me'yorlarini ilmiy-iqtisodiy asoslash;

- mehnat, moddiy va moliyaviy resurslardan foydalanishning iqtisodiy samarasini aniqlash;

- ichki imkoniyatlarni qidirib topish va baholash bilan ishlab chiqarishni rivojlantirish tendensiyalari va nisbatlarini aniqlash;

- ilg'or tajribalarni umumlashtirish bilan boshqarish qarorlari optimalligini tekshirish;

- firmaning bozor strategiyasini tanlash bo'yicha turli holatlarni tahlil qilish va qarorlar qabul qilishni o'rgatish;

- iqtisodiy ko'rsatkichlarini tahlil qilishda va ushbu sohada vujudga kelishi mumkin bo'lgan amaliy muammolarni yechishda iqtisodiy-matematik usullar va modellar hamda zamonaviy axborot texnologiyalaridan samarali foydalana olishni o'rgatishdan iborat.

“Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fanining ahamiyati quyidagilarda namoyon bo'ladi (8-rasm):

“Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fani:

- ⇒ Iqtisodiyot bo'yicha chuqur fundamental tadqiqotlar olib borishga, iqtisodiy rivojlanish modellarini tuzishga imkon beradi
- ⇒ Milliy iqtisodiyotni yaxlit tizim tarzidagi matematik modellarini yaratish orqali unga tashqi ta'sirlar, jahonda yuz berayotgan inqirozning biznes sikllariga ta'sirini aniqlay oladigan va qarshi choralarini belgilash strategiyalarini ishlab chiqishga imkon beradi
- ⇒ Qo'yilgan muammoni nafaqat analitik ifodalab qolmasdan, balki axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuza oladigan, endogen va ekzogen omillar ta'sirini aniqlay oladigan milliy iqtisodiyotdagi tarmoqlar va korxonalarining biznes-jarayonlarini modellashtirishga ko'maklashadi
- ⇒ Tadqiq qilinayotgan ob'ekt, korxonalar, tarmoqlarning yoxud milliy iqtisodiyotni deterministik va stoxastik modellarini tuzishga imkon berib, ushbu jarayonlarni sifat va son jihatidan tizimli boshqara oladigan va prognoz qila oladigan modellarini yaratadi
- ⇒ Tadqiq qilinayotgan ob'ektni samarali boshqarish uchun o'tkazilgan tadqiqotlar asosida maslahat beruvchi takliflar yoki boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishga imkon beradi.

10-rasm. “Iqtisodiy-matematik usullar va modellar” fanining ahamiyati

Nazorat savollari

1. Iqtisodiy jarayonlarni o'rganishning qanday an'anaviy usullarini bilasiz?
2. Iqtisodiy jarayonlarni matematik modellashtirishning zarurligi nimalardan iborat?
3. Matematik usullar va modellarning ahamiyatini nimalarda ko'rish mumkin?
4. Iqtisodiy-matematik modellarga ta'rif bering.
5. Iqtisodiy tahlilda iqtisodiy-matematik usullarning vazifalari nimalardan iborat?
6. Fanning maqsadi nimalardan iborat?
7. Fanning boshqa fanlar bilan aloqasini tushuntirib bering.

II bob. IJTIMOIIY-IQTISODIY TIZIMLAR VA ULARNI IFODALASH USULLARI

- 2.1. Ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarning ierarxik tuzilishi.**
- 2.2. Model va modellashtirish jarayonlarining ma'nosi.**
- 2.3. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar tasnifi.**
- 2.4. Iqtisodiy-matematik modellashtirish bosqichlari.**

2.1. Ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarning ierarxik tuzilishi

Milliy iqtisodiyot murakkab ierarxik tuzilmaga ega bo'lib, yuzlab tarmoqlar va ushbu tarmoqlarga bo'ysunuvchi minglab korxonalaridan tashkil topgan. Ushbu tarmoq va korxonalarni boshqarish, ular o'rtasida optimal proporsiyalarni o'rnatish murakkab vazifa hisoblanadi. Bundan tashqari bozor iqtisodiyotiga xos bo'lgan noaniqlik va tavakkalchilik korxonalaridan zarur bo'lgan operativ qarorlarni qabul qilishni talab qiladi. Bunday sharoitlarda iqtisodiy-matematik usullar va modellar bozor iqtisodiyoti sub'ektlari uchun optimal qaror qabul qilishning matematik instrumentariylarini taqdim etadi.

Milliy iqtisodiyot modellari kompleksida natural-qiymat balansi muhim o'rin tutadi. U ijtimoiy ishlab chiqarish rivojlanishining umumiy iqtisodiy ko'rsatkichlarining aniqlik darajasini oshiradi.

Tarmoqlararo balansning ikki ko'rinishi - qiymatlardagi va natural ifodadagi tarmoqlararo balanslar mavjud. Milliy iqtisodiyotni rejalashtirishni takomillashtirishning asosiy masalalarini yechishda tarmoqlararo balansning qiymatlar va natural ifodadagi sxemalarining barcha yaxshi tomonlarini o'zida aks ettirgan tarmoqlararo balans sxemasi kerak. Natural-qiymat balansi xuddi shu maqsadga xizmat qiladi.

Natural-qiymat balansi yordamida quyidagilarni aniqlash mumkin:

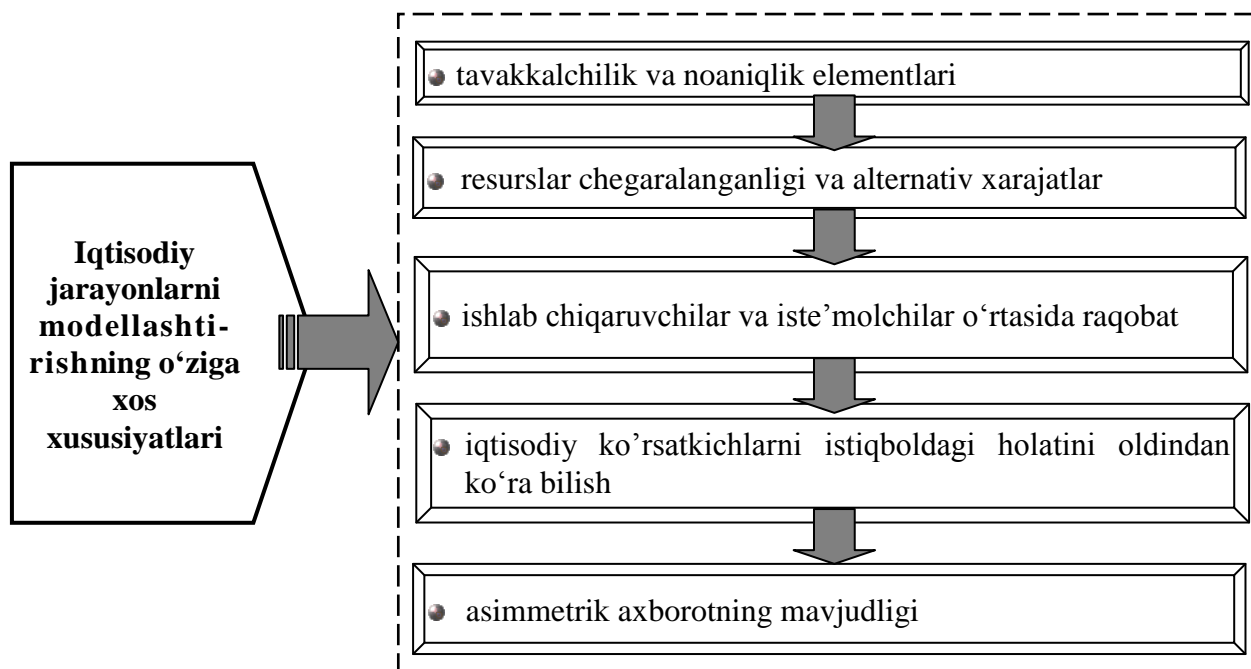
- milliy iqtisodiyot asosiy umumiy iqtisodiy ko'rsatkichlarining darajasini, ijtimoiy va tarmoq strukturasi;

- milliy iqtisodiyot, vazirliklar va muassasalar bo'yicha qiymat va natural ifodalarda mahsulot ishlab chiqarishning o'zaro balanslangan rejalarini;
- milliy iqtisodiyotni moddiy resurslarning muhim turlariga bo'lgan ehtiyojini;
- investitsiyalar, kiritiladigan asosiy fondlarning zarur hajmini;
- mehnat va ish haqi rejasining asosiy ko'rsatkichlarini;
- tarmoqlararo vazirliklar va muassasalarda ishlab chiqarishdagi ortiqchalik va rentabellik rejalarining asosiy ko'rsatkichlarini;
- milliy iqtisodiyot moddiy rejasining asosiy ko'rsatkichlarini.

Tarmoqlararo balansning moliyaviy rejasi asosiy ko'rsatkichlari asosida milliy iqtisodiyot tarmoqlarining optimal rivojlanishi va joylashishi modellaridan foydalangan holda tarmoqlar dasturini xarakterlash, milliy iqtisodiyot rejasining muhim muammolari bo'yicha kompleks tarmoqlararo dasturlar tuzish mumkin.

2.2. Model va modellashtirish jarayonlarining ma'nosi

Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish o'ziga xos xususiyatlarga ega (1-rasm).

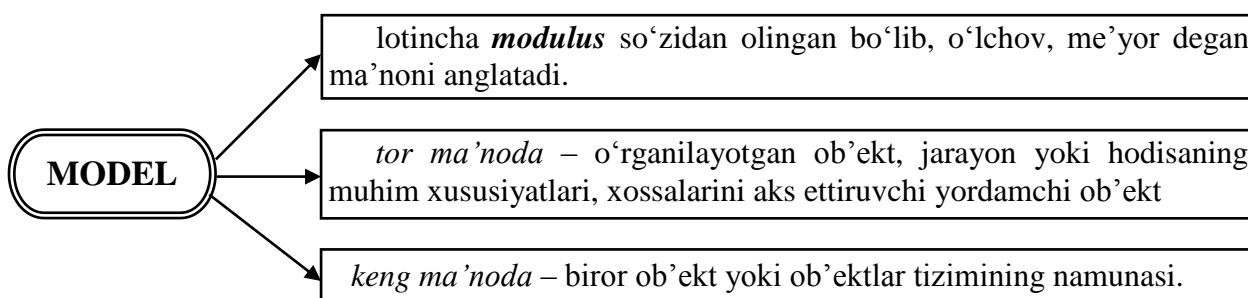


1-rasm. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish xususiyatlari

Kuzatilayotgan obyektlarni chuqur va har tomonlama o'rganish maqsadida tabiat va jamiyatda ro'y beradigan jarayonlarning modellari yaratiladi. Buning uchun

obyektlar hamda ularni xossalari kuzatiladi va ular to'g'risida dastlabki tushunchalar hosil bo'ladi. Bu tushunchalar oddiy so'zlashuv tilida, turli rasmlar, sxemalar, belgilar, grafiklar orqali ifodalanishi mumkin. Ushbu tushunchalar model deb aytiladi.

Model so'zi lotincha *modulus* so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor degan ma'noni anglatadi. Keng ma'noda model biror obyektни yoki obyektlar tizimini namunasidir. Model tushunchasi biologiya, tibbiyot, fizika va boshqa fanlarda ham qo'llaniladi (2-rasm).



2-rasm. Model tushunchasi

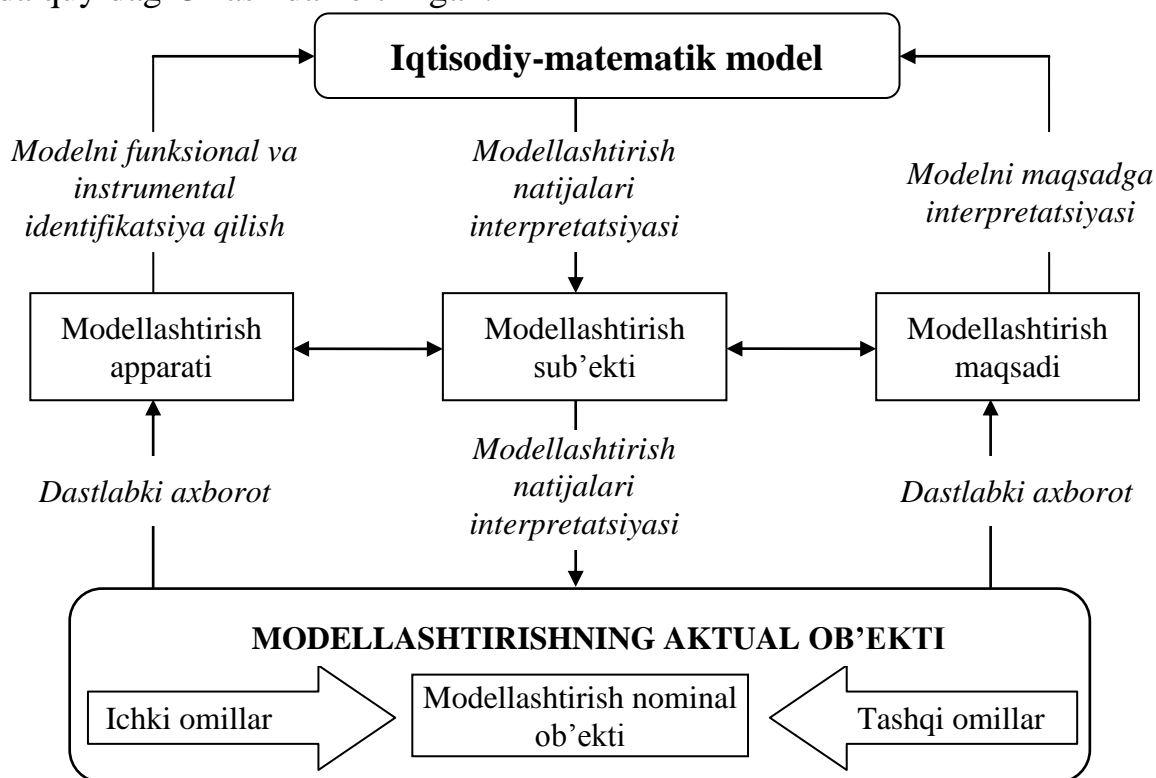
Jamiyatdagi va iqtisodiyotdagi obyektlarni matematik modellar yordamida kuzatish mumkin. Bu tushuncha modellashtirish deyiladi.

Iqtisodiy model - iqtisodiy obyektlarning soddalashtirilgan nusxasidir. Bunda modelning hayotiyliги, uning modellashtiriladigan obyektga aynan mos kelishi muhim ahamiyatga ega. Lekin, yagona modelda o'rganilayotgan obyektning barcha tomonlarini aks ettirish mumkin emas. Bunda jarayonning eng xarakterli va eng muhim belgilari aks ettiriladi.

Demak, modelning haqiqiyliги to'plangan ma'lumotlar hajmi, aniqlik darajasi, tadqiqotchining malakasi va modellashtirish jarayoni, aniqlanadigan masalaning xarakteriga bog'liq ekan. Shuni ham unutmaslik kerakki, juda soddalashtirilgan model qo'yilgan talablarga to'liq javob bermaydi va aksincha, murakkab model esa uni yechish jarayonida qiyinchiliklar tug'diradi.

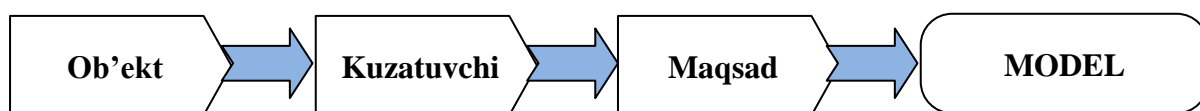
Modelning hayotiyliги uning modellashtiriladigan obyektga qanchalik mos kelishiga bog'liq. Bitta modelda obyektни hamma tomonini aks ettirish qiyin bo'lganligidan unda obyektning eng xarakterli va muhim belgilarigina aks ettiriladi.

Aniq obyektlarning modellarini tuzish va ulardan foydalanish jarayoni umumiy holda quyidagi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Aniq ijtimoiy-iqtisodiy obyektning iqtisodiy-matematik modelini tuzish va undan foydalanish sxemasi

Ifodalangan model yordamida kuzatilayotgan obyektни bilish modellashtirish deyiladi. Modellashtirish jarayonini sxemasi quyidagicha:



4-rasm. Modellashtirish jarayoni sxemasi¹

Bu sxemani asosiy bloki «maqsad» bloki hisoblanadi, chunki qo'yilgan maqsadga ko'ra bitta obyekt uchun har xil modellar tuzilishi mumkin. Obyekt sifatida biror bir korxonani olsak, agar kuzatuvchini maqsadi ushbu obyektни ishlab chiqarish jarayonini o'rganish bo'lsa, bu holda model parametrlariga korxonani quvvati, ishlab chiqarish omillari, xomashyo, ishchilar soni, asosiy fondlar, ishlab chiqarish dasturi va hokazolar kiradi va model ishlab chiqarish funksiyasi ko'rinishida ifodalanadi.

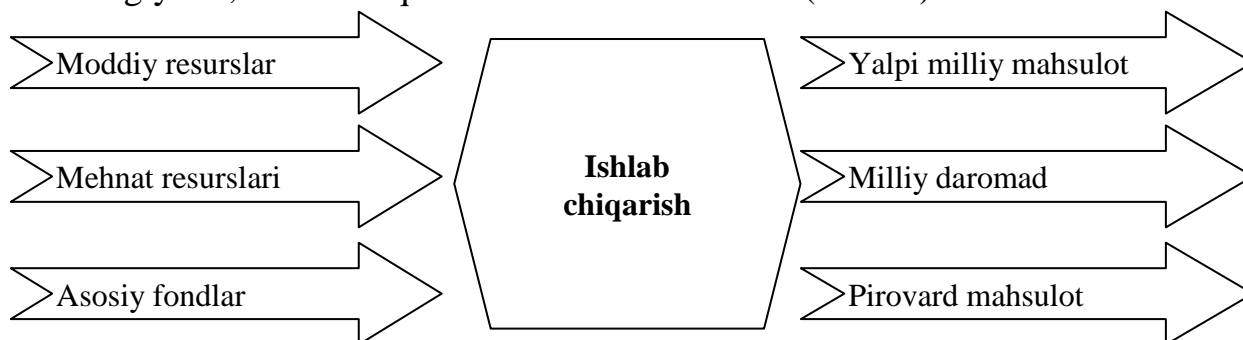
¹ Angel de la Fuente. Mathematical methods and models for economists. Cambridge university press, 2000. – 829 pp.

Agar kuzatuvchini maqsadi shu korxonani ijtimoiy tomonlarini o‘rganish bo‘lsa, unda ijtimoiy-matematik model tuzilib, xususiy usullar bilan yechiladi. Parametrlar sifatida ishchilarning soni, turmush darajasi, oladigan daromadi, ish sharoitlari, demografik tarkibi va boshqa parametrlar qo‘llaniladi.

Agar kuzatuvchini ekologiya muammolari qiziqтира, unda tabiatni zararlanishi, sarflangan suv miqdori, ishlab chiqarish dasturi va hokazo parametrlar sifatida qo‘llanib, ekologik-matematik modellar tuziladi.

Modellashtirishning universal usul sifatida boshqa usullarga qaraganda afzalliklari mavjud. Ushbu afzalliklar esa quyidagilardan iborat.

Avvalo, modellashtirish katta va murakkab tizimni oddiy model yordamida ifodalashga imkoniyat beradi. Masalan, milliy iqtisodiyot - bu o‘ta murakkab tizim. Uni oddiy “qora quti” sxemasi orqali ifodalash mumkin, ya’ni kirishda - resurslar va chiqishda – natijalar ko‘rinishida. Lekin “qora quti” da sodir bo‘layotgan jarayonlar, texnologiyalar, ishlab chiqarish usullari – noma’lum (5-rasm).



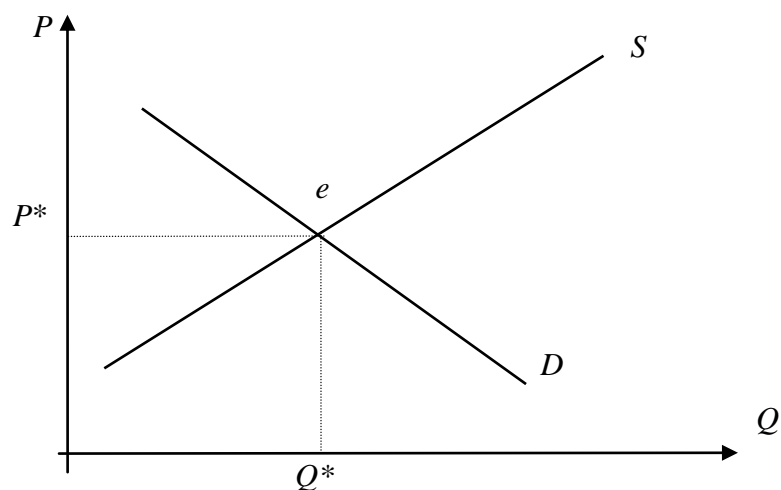
5-rasm. “Qora quti” sxemasi

Yoki:

$$F = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Bozor mexanizmini grafik usulda tasvirlash mumkin (6-rasm).

Albatta, bu yerda ko‘p savollar tug‘iladi. Masalan, modelni qanchalik darajada soddalashtirish mumkin? O‘ta soddalashtirilgan model qo‘yilgan talablarga javob bermasligi va uning yordamida qilingan hisob-kitoblar noto‘g‘ri chiqishi mumkin. O‘ta murakkab model esa, o‘z navbatida masalani yechish jarayonida ko‘p qiyinchiliklar tug‘diradi.



6-rasm. Talab va taklif grafigi

Shuning uchun modelga faqat obyektning eng asosiy xarakterli, muhim omillarini kiritish zarur.

I. Model tuzilishi bilan kuzatuvchiga tajribalar qilish uchun keng maydon tugʻiladi. Model parametrlarini bir necha marta oʻzgartirib, obyekt faoliyatini eng optimal holatini aniqlab, undan keyin hayotda qoʻllash mumkin. Real obyektlar ustida tajriba qilish koʻplab xatolarga va katta xarajatlarga olib kelishi mumkin.

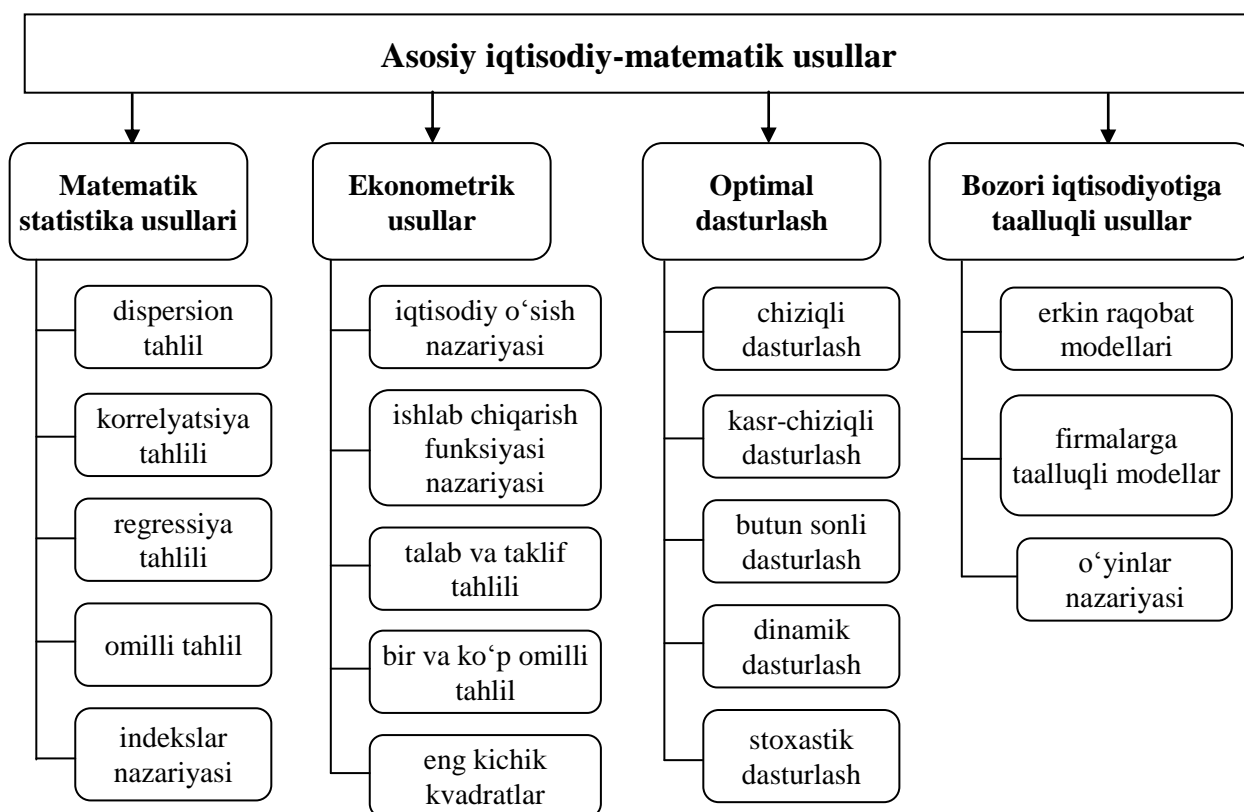
II. Model istalgan tizimni matematik formulalar yordamida shakllantirishga va EHMlar yordamida tizimni boshqarishga yordam beradi.

III. Modellashtirish - oʻrganish va bilish jarayonini kengaytiradi. Model tuzish qilish uchun obyekt har tomonlama oʻrganiladi, tahlil qilinadi. Model tuzilganidan soʻng, uning yordamida obyekt toʻgʻrisida yangi maʼlumotlar olish mumkin. Shunday qilib, obyekt toʻgʻrisidagi bilish jarayoni uzluksiz jarayonga aylanadi.

2.3. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar tasnifi

Asosiy iqtisodiy-matematik usullarga quyidagi usullar kiradi (7-rasm):

7-rasmda keltirilgan usullar yordamida ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarning turli modellarini tuzish va tahlil qilish mumkin. Shuni eslatib oʻtish kerakki, yuqorida keltirilgan usullar yordamida tuziladigan masalalarni kompyuterda yechish uchun standart dasturlar boʻlishi kerak.



7-rasm. Asosiy iqtisodiy-matematik usullar

Elementar matematika usullari turli resurslarga bo'lgan ehtiyojlarni asoslashda, ishlab chiqarish xarajatlarini hisoblashda, rejalarni ishlab chiqishda, balans hisob-kitoblarida qo'llaniladi.

Iqtisodiy-matematik modellashtirishda matematik statistika usullaridan ham keng foydalaniladi. Bu usullardan tahlil qilinayotgan ko'rsatkichlarning o'zgarishi tasodifiy jarayon sifatida qabul qilinganda foydalaniladi. Statistika usullari ommaviy takrorlanib turuvchi hodisalarni o'rganishda asosiy vosita hisoblanadi hamda iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognoz qilishda katta o'rin egallaydi. Agar tahlil qilinayotgan omillar o'rtasidagi bog'lanishlar determinallashtirilmagan bo'lsa, unda statistika va ehtimollar usullaridan foydalanish - amaliyotdagi birdan-bir tadqiqotlar vositasi hisoblanadi. Iqtisodiy tahlilda matematik-statistika usullaridan eng keng tarqalgani - juft va ko'p omilli korrelyatsiya va regressiya tahlili usullaridir.

Ekonometrik usullar uchta sohaga taalluqli bo'lgan bilimlar sinteziga asosan tashkil topadi; iqtisodiyot, matematika va statistika. Ekonometrikaning asosi bo'lib, ekonometrik model hisoblanadi va uni iqtisodiy jarayonni ilmiy abstraktsiya

yordamida tuzilgan sxemasi deb tushuniladi va u shu jarayonni xarakterli sifatlarini ifodalaydi.

Zamonaviy iqtisodiyotda «xarajatlar-ishlab chiqarish» usuli eng keng tarqalgan usul hisoblanadi. Bu matritsa ko‘rinishidagi model bo‘lib, xarajatlar va ishlab chiqarish o‘rtasidagi bog‘lanishni eng sodda holda ifodalaydi. Zarur hisob-kitoblarni amalga oshirishni qulayligi, iqtisodiy asoslashlarni aniqligi - matritsaviy modellarni asosiy xususiyatlaridir. Bular ma’lumotlarni qayta ishlashni avtomatlashtirish va mahsulot ishlab chiqarishni rejalashtirishni kompyuterlashda foydalanishga imkon beradi.

Matematik dasturlash - zamonaviy amaliy matematikaning rivojlanib borayotgan bo‘limidir. Matematik dasturlash usullari ishlab chiqarish bilan bog‘liq bo‘lgan masalalarni yechishda asosiy vositadir. O‘zining mazmuni bo‘yicha bu usullar rejali hisoblash vositasidir. Ularni biznes-reja bajarilishini iqtisodiy tahlil qilishdagi afzalliklari va qimmatligi shundan iboratki, ular reja vazifalarini asoslashda baholash imkonini yaratadilar, chegaralangan uskuna, xomashyo va materiallar turlarini aniqlaydilar, ishlab chiqarish resurslarini tanqisligini baholashga imkon beradilar va h.k.

Operatsiyalarni tadqiq qilish deganda, maqsad bo‘yicha yo‘naltirilgan operatsiyalar usuli olingan yechimlarni miqdoriy baholash va ulardan eng yaxshilarini tanlash tushuniladi. Operatsiyalarni o‘rganish usuli predmeti bo‘lib, iqtisodiy tizimlar, korxonalarining ishlab chiqarish faoliyatlari hisoblanadi. Uning maqsadi, tizim elementlarini shunday tarkibiy o‘zaro bog‘lanishlari hisoblanadiki, bu mumkin bo‘lgan iqtisodiy ko‘rsatkichlarning eng yaxshilariga erishishga imkon beradi.

O‘yinlar nazariyasi operatsiyani tadqiq qilishning bir bo‘limi bo‘lib, noaniq va nizoli sharoitda bir necha tomonlarning turli manfaatlarini hisobga olgan holda optimal qaror qabul qilishni matematik modellari nazariyasidir¹.

O‘z navbatida chiziqsiz dasturlash quyidagi turlarga bo‘linadi:

Qavariq dasturlash - yechilayotgan masala qavariq to‘plamida berilgan bo‘lib, maqsad funksiyasi qavariq shaklda berilishi mumkin.

¹ Rangarajan K. Sundaram. A first Course in optimization theory. New York University press, 1996. – 364 pp.

Kvadratik dasturlash - maqsad funksiyasi kvadratik shaklda ifodalanib, chegaraviy shartlar chiziqli tenglamalar va tengsizliklar ko‘rinishida beriladi.

Butun sonli dasturlash - izlanayotgan o‘zgaruvchilarga nisbatan butunlik sharti kiritiladi.

Dinamik dasturlash - ekstremal masalaning yechimi bir necha bosqichlardan iborat bo‘lib, har bir oldingi bosqichning yechimi keyingi bosqichlar uchun boshlang‘ich ma’lumotlar sifatida foydalaniladi.

Modellashtirish usuli istalgan tabiatli obyektlarni tekshirish uchun qo‘llanilishi mumkin bo‘lganidek, o‘z navbatida istalgan obyekt modellashtirish vositasi bo‘la oladi. Iqtisodiy jarayonlar va ko‘rsatkichlarni modellashtirishda turli xil usullardan foydalaniladi.

Ushbu usullar yordamida tuziladigan barcha modellarni 2 turga bo‘lish mumkin: moddiy modellar va ideal modellar¹.

Moddiy modellar real obyektlarni tabiiy va sun‘iy materiallar yordamida aks ettiradi: karton bilan maket tuzish, qalam bilan formula yozish, metallardan aviamodel yasash.

Ideal modellar odamni fikrlash jarayoni bilan chambarchas bog‘liq. Bunday modellar bilan operatsiyalar miyada amalga oshiriladi.

Moddiy modellar o‘z o‘rnida fizik va belgili modellardan iborat.

Fizik modellar real obyektning fizik tabiatini aks ettiradi va asosan fizik xossalarni ifodalaydilar. Ular ko‘proq texnika fanlarida qo‘llaniladi. Iqtisodiyotda fizik modellar asosan iqtisodiy tajriba sifatida qo‘llaniladi. Masalan, bitta korxonada o‘tkazilgan tajriba natijalari butun tarmoqqa ko‘chiriladi. Lekin, fizik modellashtirishni imkoniyatlari chegaralangan, chunki tizimni bitta elementiga mos kelgan natija butun tizimga mos kelavermaydi.

Belgili modellar har xil tillarda ifodalanishi mumkin: so‘zlashuv tilida, algoritmik, grafik, matematik tilda.

Iqtisodiyotda eng keng qo‘llaniladigan modellardan biri - bu iqtisodiy-matematik modellar. Matematik modellashtirish - iqtisodiy jarayonlarni

¹ Angel de la Fuente. *Mathematical methods and models for economists*. Cambridge university press, 2000. – 829 pp.

tenglamalar, tengsizliklar, funksional, mantiqiy sxemalar orqali ifodalash deb tushuniladi.

Matematik modellashtirish keng ma'noda o'z tabiatiga ko'ra turli, lekin o'xshash matematik bog'lanishlar bilan tasvirlanuvchi jarayonlarni o'rganuvchi tekshirish va izlanishlar usulidir. Zamonaviy fan-texnika taraqqiyoti sharoitida matematik modellashtirish va uning muhim iqtisodiy usullari rejalashtirish va boshqaruv tajribasida eng asosiy o'rinni egallaydi. O'z rivojining yangi bosqichida matematik modellashtirish bilan uzviy bog'langandir. Obyektning matematik modeli aniq matematik masala («model-masala») kabi kamida 2 guruh elementlarini o'z ichiga oladi:

- aniqlash kerak bo'lgan obyekt xarakteristikasi (noma'lum miqdorlar) – $y=(y_i)$ vektor komponentlari;

- modellashtirilayotgan obyektga nisbatan hisoblanadigan tashqi o'zgaradigan shartlar xarakteristikasi – $x=(x_i)$ vektor komponentlari.

“Model-masala” obyekt ichki parametrlari yig'indisi A ni ham o'z ichiga oladi. X va A bilan belgilanuvchi shart va parametrlar ekzogen (ya'ni, modeldan tashqarida aniqlanuvchi) Y vektorni tashkil etuvchi miqdorlar esa endogen (ya'ni, model yordamida aniqlanuvchi) deb qaraladi.

Iqtisodiy-matematik modellar funksional va strukturali bo'lishi mumkin.

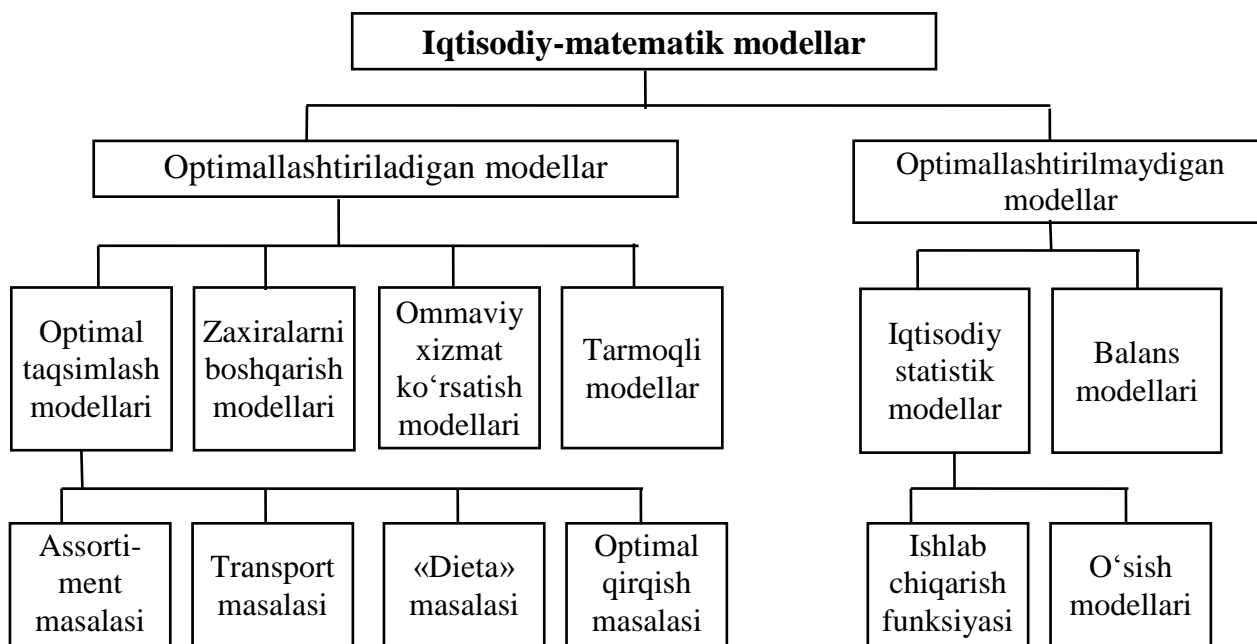
Funksional modellar kirish va chiqish parametrlarini bog'lanish funksiyalarini aks ettiradilar.

Strukturali modellar murakkabroq bo'lib, tizimni ichki strukturasini ifodalab, ichki aloqalarni aks ettiradi.

Modellar statik va dinamik, chiziqli va chiziqsiz, determinatsion va stoxastik bo'lishi mumkin (8-rasm).

Statik modellarda iqtisodiy jarayonlar va ko'rsatkichlarning ma'lum bir vaqtdagi holati o'rganiladi.

Dinamik modellarda esa iqtisodiy ko'rsatkichlarning vaqt davomida qanday o'zgarishi kuzatiladi va ularga qaysi omillar ta'sir etishi o'rganiladi.



8-rasm. Model turlari va yechiladigan masalalar tasnifi

Chiziqli modellarda maqsad mezoni chiziqli funksiya ko‘rinishda bo‘ladi, uning ekstremal qiymatlari orasidagi munosabat chiziqli tenglamalar va tengsizliklar orqali ifodalanadi.

Chiziqsiz modellarda - maqsad funksiyasi va yechimi orasidagi munosabatlar chiziqsiz ko‘rinishda ifodalanadi¹.

Balans yoki muvozanat holatidagi modellar ishlab chiqarish topshiriqlarini belgilashga ba’zi masalalarni hal etishga yordam beradi. Mahsulotning ayrim ishlab chiqarish tarmog‘i bilan bog‘liqligini aniqlash modellari, tarmoqlararo bog‘lanishlarni ifodalaydigan modellar, mahsulotlarni ishlab chiqarish va taqsimlash modellari, kapital jamg‘arma balanslari kabi modellar shular jumlasidan.

Bu modellarda ishlab chiqarishning optimal maqsadi topilmaydi, ulardan mehnat, moddiy va tabiiy resurslarning ishlab chiqarishga aniq sarflanishi asoslab berish uchun foydalaniladi.

Optimal modellar, ishlab chiqarishni tashkil qilish da ularning optimal variantini topishga xizmat qiladi. Boshqacha qilib aytganda, ular optimallik mezonlari bo‘yicha maqsad funksiyasiga maksimal yoki minimal qiymat bera oladi.

Optimallashtiruvchi modellari ikki qismdan iborat:

¹ Rangarajan K. Sundaram. A first Course in optimization theory. New York University press, 1996. – 364 pp.

- cheklanishlar tizimlari yoki iqtisodiy tizim o'zgarishini shart-sharoitlari;
- optimallik mezoni (maqsad funksiyasi). Bu mezon iqtisodiy tizim mumkin bo'lgan holatining samaradorlik darajasini aniqlash, taqqoslash va undan eng qulayini tanlash uchun ishlatiladi.

Funksional (yoki kibernetik) modellarning asosiy vazifasi obyekt mohiyatini namoyon bo'lishining muhim ko'rinishlari bo'lgan faoliyat, ishlash jarayoni, xatti-harakati orqali aniqlashdir. Bunda ichki struktura o'rganilmaydi, ichki stuktura haqidagi axborotda esa foydalanilmaydi. Funksional model obrazi qilib "qora quti"ni olish mumkin. Bunda "kirish" X qiymatini berib, "chiqish" Y qiymatini olish mumkin. Funksional model tuzish - X va Y ni bog'lovchi D operatori topish hisoblanadi:

$$Y = D(X) \quad (1)$$

1. Strukturali modellar obyektning ichki tuzimini, ya'ni uning asosiy tashkil etuvchi qismlar, ichki parametrlari, ularning "kirish" va "chiqish" bilan aloqalari va hokazolarni aks ettiradi.

2. Strukturali modellarning quyidagi 2 turi keng tarqalgan:

Barcha no'malumlar obyektning tashqi shartlari va ichki parametrlarining funksiyasi ko'rinishida tasvirlanadi:

$$y_i = f_i(A, X), \quad i \in I. \quad (2)$$

Noma'lumlar birgalikda i -turdagi munosabatlar tizimi asosida aniqlanadi (tenglamalar, tengsizliklar va hokazo):

$$\varphi_i(A, X, Y) = 0, \quad i \in I. \quad (3)$$

Funksional va strukturaviy modellar bir-birini to'ldiradi. Bir tomondan funksional modellarni o'rganishda obyekt ichki strukturasi haqida gipotezalar yuzaga keladi va strukturali modellashtirishga yo'l ochadi.

Stoxastik modellarga ehtimollar nazariyasi qonuniyatlariga bo'ysunuvchi tasodifiy jarayonlarni ifodalovchi modellar kiradi. Bu modellarda izlanayotgan natijaviy ko'rsatkich aniq ko'rinishda topilmasdan, balki unga ta'sir etuvchi omillar orqali statistik funksiya shaklida ifodalanadi.

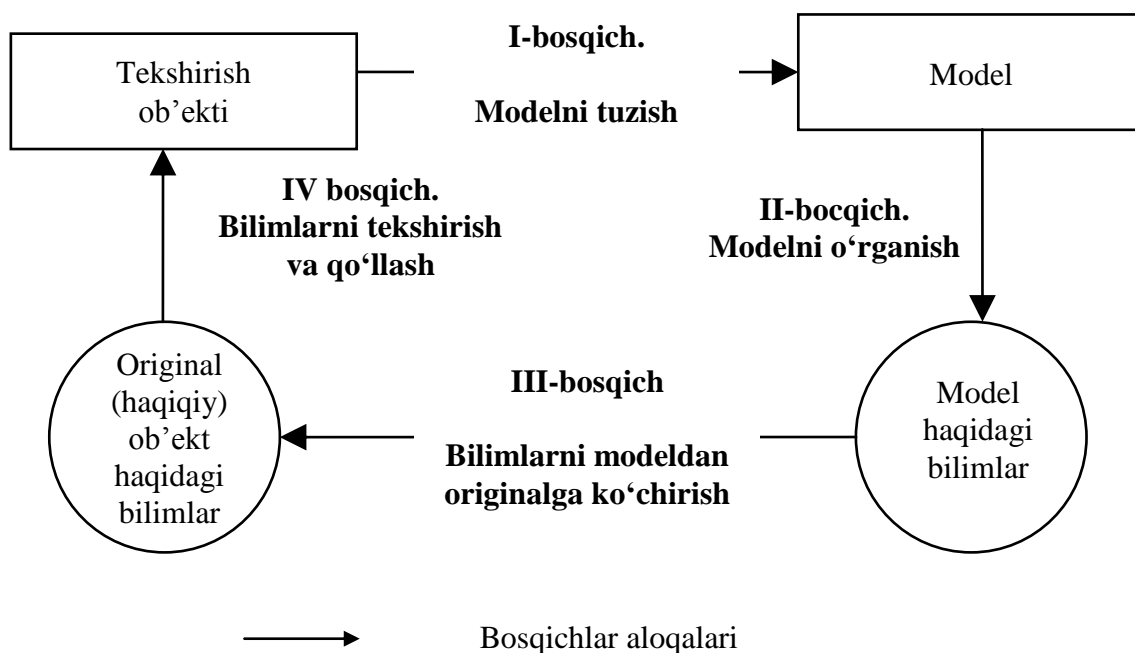
Iqtisodiy-statistik modellar o'zgaruvchi omilning miqdor qiymatini aniqlab, unga ta'sir etuvchi omillarlar orqali bog'lanishini ifodalaydi. Bu bog'lanishlar korrelyatsiya va regressiya tenglamalari orqali ko'rsatiladi.

Zamonaviy shaxsiy kompyuterlarning paydo bo'lishi matematik modellashtirish uslubiyotiga yangi sifat o'zgarishlari kiritdi. Kompyuter yordamida tuzilgan model va algoritmlar asosida hisob-kitob ishlarini bajarish vositasi sifatidagina qolmadi, balki modellarni tuzish va model yordamida tajribalarni o'tkazishda muhim o'rin egalladi. Bu yangi ilmiy izlanish yo'nalishidan imitatsion modellashtirish, modellar esa imitatsion model nomini oldi.

2.4. Iqtisodiy-matematik modellashtirish bosqichlari

Iqtisodiy hodisalar va ko'rsatkichlarni modellashtirish murakkab jarayon hisoblanadi. Modellashtirish jarayonini amalga oshirish uchun avvalo obyekt to'g'risida (firma, korxonalar, tarmoq, milliy iqtisod) yetarli va ishonchli ma'lumotlarga ega bo'lish lozim. Ushbu ma'lumotlarning ishonchligi va yetarli darajada bo'lishi tuzilayotgan yoki yaratilayotgan modelning sifatiga va hayotiylikiga ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi.

Modellashtirish jarayoning mohiyati 9-rasmda keltirilgan.



9-rasm. Modellashtirish jarayoni

Modelni tuzish bosqichi haqiqiy (original) obyekt haqida ba'zi bilimlarni talab qiladi. Original obyekt va modelning etarli darajada o'xshashlik masalasi aniq tahlilni talab etadi. Modellashtirishning 2-bosqichida model o'rganilayotgan mustaqil obyekt sifatida maydonga chiqadi. Bunday tekshiruvlarning shakllaridan biri "modelli" tajribalar o'tkazish hisoblanadi. Ularda modelning ishlash shartlari ongli ravishda o'zgartiriladi va uning "xatti-harakati" haqidagi ma'lumotlar tartibga solinadi. Bu bosqichning yakuniy natijasi R model haqida olingan jami bilimlar hisoblanadi.

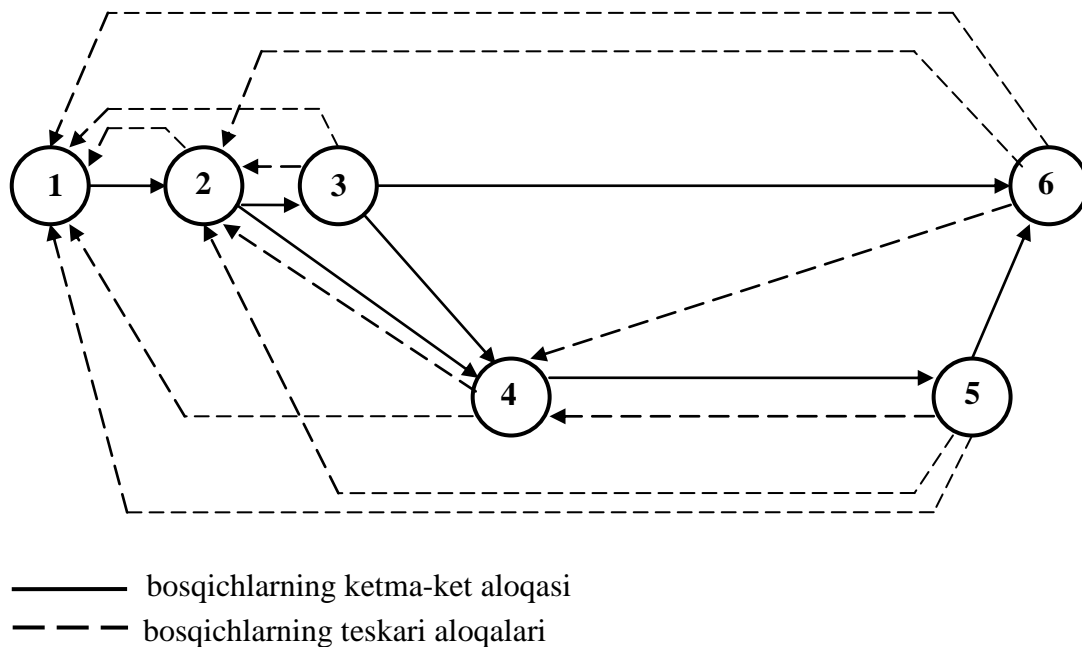
3-bosqichda bilimlarni modeldan original obyektga ko'chirish amalga oshiriladi. S -obyekt haqida jami bilimlar to'planadi. Bu bosqich aniq qoidalar asosida o'tkaziladi. Model haqidagi bilimlar shunday tizimlashtirilishi kerakki, unda original obyektning modelni tuzishda o'zgartiriladigan yoki o'z aksini topmagan xususiyatlari hisobga olinishi zarur. Biz original obyekt va modelni o'xshashlik belgilarini o'zida aks ettira olgan har qanday natijani to'la asos bilan modeldan originalga ko'chira olamiz. Agar bu modelni tekshirishning ma'lum natijasi original obyektidan farqi bilan bog'liq bo'lsa, bu natijani ko'chirish asosida hisoblanadi.

4-bosqichda model yordamida olinadigan bilimlarning amaliy tekshiruvi va obyekt haqidagi umumlashtiruvchi nazariyani yaratish, obyektning o'zgartirish yoki boshqarishda olingan bilimlarni qo'llashdan iboratdir. Modellashtirishning mohiyatini tushunishda shuni esda tutish lozimki, modellashtirish - obyekt haqidagi bilimlarning yagona manbai emas. Modellashtirish jarayonini juda keng bo'lgan umumiy o'rganish jarayonini o'z ichiga oladi. Bu hol faqatgina modellashtirish jarayonida emas, balki o'rganishning turli-tuman vositalari asosida olinadigan tekshiruvlar natijasini umumlashtirish va birlashtirishni o'z ichiga oluvchi yakuniy bosqichda ham hisobga olinishi zarur.

Modellashtirish - takrorlanuvchi (siklik) jarayon. Bu shuni bildiradiki, birinchi 4-bosqichli sikldan so'ng ikkinchisi, uchinchisi va hokazo keladi. Bunda tekshirilayotgan obyekt haqidagi bilimlar kengayadi va tobora aniqroq bo'ladi, boshlang'ich model esa takomillashib boradi. Obyektning ham o'rganish natijasida paydo bo'lgan kamchilik va model tuzishdagi xatolar birinchi sikldan so'ng

aniqlanib, keyingi sikllarda tuzatilishi mumkin. Demak, modellashtirish uslubiyotida o‘z-o‘zini rivojlantirish asoslari mavjud.

Iqtisodiy-matematik modellarni tuzish bir qancha bosqichlardan tashkil topadi (10-rasm).



10- rasm. Modellashtirish bosqichlari

Birinchi bosqich - iqtisodiy muammoning qo‘yilishi va uning nazariy sifat jihatdan tahlili.

Bu bosqichda iqtisodiy jarayon har tomonlama o‘rganiladi, uning ichki va tashqi axborot aloqalar, ishlab chiqarish resurslari, rejalashtirish davri kabi asosiy parametrlari aniqlanadi. Bu bosqichda asosan muammoni asl ma’nosi ifodalanadi. Qanday masalalarga javob topilishi kerakligini aniqlash kerak bo‘ladi. Izlanayotgan noma’lum o‘zgaruvchilar nima, qanday maqsadni ko‘zda tutadi, natija nimalarga olib keladi, kabi savollar aniqlanadi.

Modellashtiriladigan iqtisodiy jarayonning optimallik mezoni aniqlanadi. Mezon - maqsad funksiyasi shaklida ifodalanadi.

Ikkinchi bosqich - matematik modelni tuzish.

Modellashtirayotgan jarayonning iqtisodiy matematik modeli tenglamalar, tengsizliklar tizimi, funksiyalar shaklida ifodalanadi. Oldindan modelni turi, keyin uning o‘zgaruvchilari, parametrlari, aloqa shakllari aniqlanadi.

Uchinchi bosqich - modelning matematik tahlili.

Bu bosqichning maqsadi - modelni umumiy xususiyatlarini aniqlash. Bu yerda model matematik usullar bilan tekshiriladi. Eng asosiysi, modelni yechimi borligini isbotlash zarur. Agar modelni matematik yechimi bo'lmasa, unda keyingi bosqichlarni bajarish mumkin emas. Shuning uchun masalaning iqtisodiy qo'yilishini o'zgartirish kerak yoki matematik ifodalashni yanada aniqroq qo'yilishi zarur bo'lib qoladi.

To'rtinchi bosqich - iqtisodiy ma'lumotlarni tayyorlash.

Modellashtirishda bu bosqichni ahamiyati juda muhim. Ma'lumotni real olinishi, modellarni ishlatilishini cheklaydi. Bunda ma'lumotni tayyorlashga ketadigan xarajatni e'tiborga olish kerak. Bu xarajatlardan bergan samaradan kam bo'lishi zarur. Masalani yechish uchun kerak bo'lgan barcha iqtisodiy ma'lumotlar to'planadi va zarur bo'lsa statistik usullar bilan qayta ishlanadi. Modelda qatnashadigan koeffitsientlar aniqlanadi. Masalani yechish uchun uning dastlabki matritsasi tuziladi.

Beshinchi bosqich - algoritmlarni tuzish, dasturlarni tayyorlash va ular asosida masalani hisoblash, yechimini olish.

Bu bosqichning murakkabligi, masalaning katta o'lchamligi va juda katta ma'lumotlar massivlarini qayta ishlashdan iborat. Masalaning matritsasini iqtisodiy axborotlar bilan to'ldirilib, kompyuterdagi maxsus dasturga kiritiladi.

Oltinchi bosqich - yechimni miqdoriy tahlili va uning qo'llanishi.

Masalaning yechimi miqdor va sifat jihatidan tahlil qilinadi. Bu yerda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning yo'llari, resurslardan optimal foydalanish variantlari, izlanayotgan noma'lumlarning miqdoriy qiymatlari topiladi.

Yuqorida sanab o'tilgan bosqichlar bir-biri bilan chambarchas bog'liq va biri ikkinchisini to'ldirib, yagona maqsadni amalga oshirish uchun xizmat qiladi.

Nazorat savollari

1. Model va modellashtirish jarayonining ma'nosi nimadan iborat?
2. Bozor iqtisodiyotida iqtisodiy-matematik modellarni qo'llashning o'ziga xosligi nimalardan iborat?

3. Modellarda iqtisodiy obyektning barcha tomonlarini hisobga olish zarurmi?
4. Modellashtirishning afzal tomonlari nimalardan iborat?
5. Matematik modellar qanday turlarga bo‘linadi?
6. Modelda qatnashuvchi endogen va ekzogen o‘zgaruvchilar nimalarni bildiradi?
7. Iqtisodiy-matematik modellar yordamida yechiladigan masalalarni tavsiflab bering.
8. Stoxastik, determinallashgan, statik va dinamik modellarning farqli tomonlarini tushuntirib bering.
9. Iqtisodiy-matematik modellashtirish bosqichlarini aytib bering.
10. Noaniqlik sharoitida modellashtirish qanday amalga oshiriladi?

III bob. IQTISODIY JARAYONLARDA OPTIMALLASHTIRISH USULLARINI QO‘LLASH

3.1. Korxonalar asosiy ko‘rsatkichlarini modellashtirish.

3.2. Chiziqli dasturlash masalasining umumiy qo‘yilishi va iqtisodiy-matematik modeli.

3.3. Assortiment masalasining matematik modeli.

3.4. Optimallashtirish usuli asosida yechiladigan iqtisodiy masalalar.

3.1. Korxonalar asosiy ko‘rsatkichlarini modellashtirish

Mamlakat iqtisodiyotini boshqarishga qaratilgan yangicha yondashish tamoyillari eng avvalo inson faoliyatining turli sohalarida axborot texnologiyalarining keng tarqalishi, global axborot tizimlarining paydo bo‘lishi va rivojlanishi bilan aniqlanadi. Yangi axborot texnologiyalarining erishgan yutuqlari boshqarish, ishlab chiqarish jarayonlariga yanada kengroq va chuqurroq kirib ilm, fan va boshqarishning ajralmagan qismiga aylanib bormoqda.

Zamonaviy biznesda va menejmentda muvaffaqiyatlarga erishish ko‘p jihatdan mavjud iqtisodiy muhit, vaziyatni chuqur operativ iqtisodiy tahlil qilishga tayanadi va mavjud alternativ variantlar ichidan optimal yechimni tanlashga bog‘liq bo‘ladi. Respublikamizda tashkiliy-xo‘jalik faoliyat sohasidagi boshqarishni takomillashtirish, amaliy masalalarni muvaffaqiyatli yechish uchun boshqarish kadrlarini yetarli darajada, zamonaviy bozor iqtisodiyoti talablarini hisobga olgan holda tayyorlashni talab qilmoqda. Xususan, axborot texnologiyalari muhitida matematik usullar va modellardan foydalanib, qaror qabul qilish nazariyasiga asoslangan boshqarishning yangi usullarini qo‘llash bo‘yicha malakali mutaxassislarga talab katta. Bunday masalalarni yechish uchun iqtisodiy-matematik usullar va zamonaviy kompyuter texnologiyalari asosiy hal qiluvchi vositalar hisoblanadi.

Hozirgi kunga kelib, jahonning eng muvaffaqiyatli kompaniyalari o‘z faoliyatini aynan iqtisodiy-matematik usullar hamda zamonaviy kompyuter

texnologiyalari asosida tahlil qilib, bozor kon'yunkturasini o'rganish orqali o'z sotish hajmini oshirishga va raqobatchilaridan ancha ilgari ketishiga erishmoqdalar. Har bir zamonaviy ishlab chiqarish korxonasida eng yuqori foyda olishga intilib, chegaralangan ishlab chiqarish resurslaridan optimal foydalanish yo'llari qidirib topilmoqda. Natijada esa ishlab chiqarishga sarflanayotgan xarajatlar miqdori kamayish evaziga, sof foyda miqdori oshib bormoqda.

Ko'plab korxonalar rahbarlariga va menejerlarga ishlab chiqarish ko'rsatkichlarining kelgusidagi holati qanday bo'lishi muhim hisoblanadi. Chunki, bozordagi noaniqlik va tavakkalchilik ularni maksimal foyda olish uchun qaysi resursdan qancha miqdorga ega bo'lishini, bozor baholarining holati qanday o'zgarishini oldindan bilishga majbur etadi.

Iqtisodiyotni modernizatsiyalash sharoitida korxonalarining asosiy ko'rsatkichlarini modellashtirish quyidagilarga asoslanadi:

- obyektiv iqtisodiy qonunlar va sub'ektiv omillar ta'siri ostida shakllanayotgan iqtisodiy jarayonlar va ularning o'zaro bog'lanishining miqdoriy tomonlarini o'rganish;

- biznes-rejalarni ilmiy asoslash va ularni bajarilishini obyektiv baholash;

- iqtisodiyotga ijobiy va salbiy ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularning ta'sirini miqdoriy baholash;

- xo'jalikni rivojlanish tendensiyalari va proportsiyalarini ochib berish, foydalanilmagan ichki imkoniyatlar va zaxiralarni aniqlash;

- ilmiy asoslangan prognozlarni ishlab chiqish;

- turli mulkchilik shaklidagi korxonalar asosiy ko'rsatkichlarining istiqboldagi holatini aniqlash va baholash;

- ilg'or tajribalardan foydalanish va optimal qarorlar qabul qilish.

Korxonalarda iqtisodiy jarayonlarni o'rganish alohida xo'jalik elementlari, faktlar, hodisa va holatlarni kuzatishdan boshlanadi va ular birgalikda xo'jalik jarayonini, xo'jalik faoliyati mazmunini u yoki bu boshqarish tizimida ifodalanadi. Ammo, shu bilan birga iqtisodiy jarayonni to'liq, butunligicha o'rganish kerak

bo‘ladi, chunki bir vaqtning o‘zida umumiy yo‘nalish va uni ta‘minlash uchun zarur bo‘lgan sharoitlar va faoliyatlar tekshiriladi.

Korxonalarda iqtisodiy tahlilni olib borishda xo‘jalik jarayonlari birgalikda, o‘zaro bog‘langan holda va o‘zaro munosabatlari kelishilgan holda o‘rganiladi. Korxonalarda ichki va tashqi aloqalarning o‘zaro bog‘lanishlari, bir-biridan kelib chiqadi va birgalikdagi munosabatlar hamda ularni miqdoriy baholash tahlilning eng ahamiyatli masalalari hisoblanadi. Bog‘lanishlar sabablari barcha xo‘jalik asoslari, hodisa va sharoitlarni qamrab oladi. Bu bog‘lanishlarsiz xo‘jalik faoliyati davom eta olmaydi, rivojlanmaydi va to‘xtab qoladi. Sababli yoki omilli tahlilni iqtisodiy jarayonlarda qo‘llash natijasidan shu narsa kelib chiqadiki, xo‘jalik faoliyati bilan bog‘liq har bir sabab, har bir omil o‘ziga yarasha baho oladi. Shu maqsadda dastavval sabab-oqibat omillari o‘rganiladi, buning uchun ular guruhlar bo‘yicha tavsiflanadi: mohiyatli va mohiyatsiz, asosiy va qo‘shimcha, aniqlovchi va aniqlamaydigan omillarga ajratiladi. Bundan keyin eng avvalo xo‘jalik jarayonlariga mohiyatli, asosiy va aniqlovchi omillarning ta‘siri o‘rganiladi. Mohiyatsiz, qo‘shimcha va aniqlanmaydigan omillarni o‘rganish, ikkinchi navbatda olib boriladi. Iqtisodiy jarayonlarga ta‘sir etuvchi barcha omillar ta‘sirini o‘rganish qiyin masala va amalda hamma vaqt ham zarur bo‘lmaydi.

Korxonalarda biznes-rejani bajarilishini aniqlovchi, ta‘sir o‘tkazuvchi asosiy sabablarni ochish va tushunib yetish, ularning ta‘siri va o‘zaro ta‘sirini aniqlash – bu tahlil qilinayotgan obyektning xo‘jalik faoliyati xususiyatlarini tushunib yetishdir. Tahlil jarayonida korxonada xo‘jalik faoliyatiga ta‘sir etuvchi asosiy omillar aniqlanib va xarakterlanib qolmasdan, balki ularning ta‘sir darajasi ham miqdoriy o‘lchanadi.

3.2. Chiziqli dasturlash masalasining umumiy qo‘yilishi va iqtisodiy-matematik modeli

Biror miqdorning eng katta va eng kichik qiymatini topish va bunday qiymatlar mavjud bo‘lish shartlarini aniqlash talab qilinadigan masalalarni «ekstremumga oid» masalalar deb ataladi. Ular masalaning mohiyatidan kelib chiqqan holda

«maksimum» yoki «minimum» (eng katta va eng kichik) qiymatni izlash masalasi deb ham ataladi. Bunday masalalarni texnika, tabiat, iqtisodiyot, biznesda shugʻullanuvchi kishilarning kundalik faoliyatida turli qarorlarni qabul qilishni asoslashda doimo yechishga toʻgʻri keladi.

Bozor ishtirokchilari oʻz faoliyatlarini maksimal foyda olishga yoʻnaltiradi. Buning sababi, pulga har qanday tovar va xizmatlarni xarid qilish mumkinligidir. Muvaffaqiyatli faoliyat olib borayotgan tadbirkor daromadining bir qismini olib borayotgan faoliyatini kengaytirishga yoʻnaltiradi, yaʼni biznesini kengaytiradi. Bunday masalalarda maqsad mezoni chiziqli funksiya koʻrinishida beriladi. Masalan, firma turli xil mahsulot ishlab chiqarsin va bozorda sotsin. Bunda uning ishlab chiqarish imkoniyatlari firmadagi asbob-uskunalarining ishlash vaqti, mavjud xomashyo, materiallar zaxiralari va ishchilar soni bilan belgilanadi.

Raqobat sharoitida korxonalar va firmalarni boshqarish va rejalashtirish jarayonida, iqtisodchi quyidagi xususiyatlarga ega boʻlgan masalalarga duch keladi:

- 1) izlanayotgan miqdorlarga juda koʻp cheklanishlar qoʻyiladi;
- 2) masala cheksiz koʻp yechimga ega, ulardan eng yaxshisini tanlash kerak boʻladi.

Masalaning bunday qoʻyilishi iqtisodchi yoki menejer uchun katta qiyinchiliklar tugʻdiradi. Yaqin vaqtlargacha bunday masalalarning koʻpchiligi empirik yoʻl bilan, yaʼni cheklanishlarga izlanayotgan miqdorlar tanlab olish usuli bilan hal etilardi. Yana ham aniqroq yechim olish uchun variantlar oʻzaro solishtirib koʻrilar va eng yaxshisi tanlab olinardi. Bu tanlangan yechim eng yaxshi degan soʻz emas, albatta, chunki cheksiz koʻp yechimdan faqat bir nechasi olib tekshirilardi.

Dasturlash amaliy jihatdan mumkin boʻlgan dasturni (reja, jadval, taqsimot) aniqlashdan iborat, u maʼlum nuqtai nazardan qabul qilingan mezonga asosan optimal boʻladi. Matematik dasturlashga fan sifatida Nobel mukofotining laureati, akademik L.V. Kantorovich asos soldi.

Asosiy tushunchalar. Chiziqli dasturlash – chiziqli funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatini oʻzgaruvchilarga nisbatan chiziqli chegaraviy shartlar qoʻyilgan holda aniqlash bilan shugʻullanadigan fan. Shuning uchun, chiziqli dasturlash

masalalari funksiyaning shartli ekstremum masalalari qatoriga kiradi. Lekin, chiziqli dasturlash masalalari ko'p o'zgaruvchili bo'lgani uchun matematik analizdagi funksiya ekstremumini aniqlashning klassik usulini to'g'ridan-to'g'ri qo'llash mumkin emas. Shuning uchun chiziqli dasturlash masalalarini yechishning maxsus usullari ishlab chiqilgan. Ular yordamida, ayniqsa, iqtisodiy masalalarni yechish maqsadga muvofiq.

Aniq iqtisodiy masalani yechish uchun masalani matematika tilida ifodalash (boshqacha qilib aytganda, iqtisodiy masala shartini matematik model bilan ifodalash) kerak bo'ladi. Bu jarayon ikki bosqichdan tashkil topadi:

1) Izlanayotgan maqsad, izlanayotgan miqdorlarning biror bog'lanish ko'rinishida beriladi (ishlab chiqarilgan mahsulotlarni sotishdan keladigan foyda, ishlab chiqarishga sarflanadigan moliyaviy resurslar, yuklarni tashishga ketadigan xarajatlar va boshqalar). Hosil bo'lgan ifoda maqsad funksiya yoki mazkur masalaning funksionali deyiladi.

2) Izlanayotgan miqdorlarga qo'yiladigan cheklanishlar (chegaraviy shartlar) miqdoriy ifodalanadi. Ular resurslar miqdori, ma'lum talablarni qondirish zarurati, texnologiya sharoiti va boshqa iqtisodiy hamda texnikaviy omillarning ishlatilishidan kelib chiqadi. Odatda bunday chegaraviy shartlar tengsizliklar yoki tenglamalar orqali ifodalanadi. Matematik ko'rinishda ifodalangan bunday chegaraviy shartlar, mazkur masalaning cheklanishlar sistemasi deyiladi.

Chiziqli dasturlash masalasining qo'yilishi.

Ta'rif. Berilgan

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n = b_i \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases} \quad (1)$$

chiziqli chegaraviy shartlarni (chiziqli sistemani) qanoatlantiruvchi va

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_jx_j + \dots + c_nx_n \rightarrow \max \quad (\min) \quad (2)$$

funksiyaga ekstremum (*max*, *min*) qiymat beruvchi nomanfiy

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_j \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

o'zgaruvchilarning qiymatlarini topish masalasiga chiziqli dasturlash masalasi deyiladi. Bu yerda a_{ij}, b_i, c_j ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$) - berilgan o'zgarmas sonlar.

(1) tenglamalar sistemasidagi barcha b_i ($i = \overline{1, m}$) sonlarni nomanfiy deb qabul qilish mumkin.

Chiziqli dasturlash masalasini turli shakllarda yozish mumkin.

a) Vektor shaklida:

$$P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_j x_j + \dots + P_n x_n \quad (4)$$

chegaraviy shartni qanoatlantiruvchi va

$$Z = (CX) \quad (5)$$

chiziqli funksiyaga *min (max)* qiymat beruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0$ vektorni aniqlash lozim.

Bu yerda $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$, (CX) - skalyar ko'paytma.

$$P_1 = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \dots \\ a_{m1} \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \dots \\ a_{m2} \end{pmatrix}, \dots, P_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \dots \\ a_{mn} \end{pmatrix}, P_0 = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{pmatrix} - \text{vektorlar}$$

b) Matritsali shaklda

Chiziqli funksiya

$$f = CX \rightarrow \max (\min) \quad (5)$$

Chegaraviy shartlar:

$$AX = P_0, \quad X \geq 0, \quad (6)$$

bu yerda $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ - bir qatorli matritsa; $A = (a_{ij})$.

(1) chiziqli sistemaning koeffitsientlaridan tuzilgan matritsa.

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} - \text{ustun matritsa}, P_0 = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \dots \\ p_m \end{pmatrix} - \text{ustun matritsa.}$$

v) Yig'indi belgisi bilan berilgan shaklda.

$F = \sum_{j=1}^n C_j X_j$ chiziqli funksiyaning *min (max)* qiymati

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i = \overline{1, m},$$
$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

shartlarda aniqlansin.

Chiziqli dasturlash masalasi vektor shaklida berilgan bo'lsin:

$$f(X) = CX \quad (7)$$

maqsad funksiyaning *min* qiymati

$$P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_n x_n = P_0 \quad (8)$$

$$X \geq 0, \quad (9)$$

chegaraviy shartlarda topilsin.

Bu yerda $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$; $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, CX - skalyar ko'paytma.

$P_1, P_2, \dots, P_n, P_0$ – vektorlar.

Chiziqli dasturlash masalasi berilgan: f - maksad funksiya; (8), (9) - masalaning chegaraviy shartlari a_{ij}, b_i, c_j - berilgan o'zgarmas sonlar.

1-ta'rif. (8), (9) - chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - n o'lchovli vektor berilgan chiziqli dasturlash masalasining joiz yechimi yoki rejasi deyiladi.

2-ta'rif. (7) - maqsad funksiya f ga *min (max)* qiymat beruvchi $X^*(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ - joiz yechimni masalaning optimal yechimi deyiladi.

f - maqsad funksiyaning $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - rejadagi qiymati $f(X)$ bo'lsin.

Agar har qanday X uchun $F(X) \geq F(X^*)$ ($F(X) \leq F(X^*)$) tengsizlik bajarilsa, X^* vektor berilgan masalaning optimal yechimi bo'ladi.

(7), (8), (9) ko'rinishda berilgan chiziqli dasturlash masalasining vektor shaklini

$$f = CX \rightarrow \max \quad (10)$$

$$P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_n x_n = P_0 \quad (11)$$

$$X \geq 0, \quad (12)$$

ko'raylik.

3-ta'rif. (5) tenglamada musbat x_i koeffitsientlar bilan qatnashuvchi $P_i (i = \overline{1, m})$ vektorlar o'zaro chiziqli bog'liqsiz bo'lsa, joiz $X (x_1, x_2, \dots, x_n)$ yechimni masalaning tayanch yechimi deyiladi.

Har bir P_i vektor m - o'lchovli bo'lgani uchun musbat koordinatalar soni m dan ortmaydi.

4-ta'rif. Musbat koordinatalar soni m ga teng bo'lgan $X (x_1, x_2, \dots, x_n)$ tayanch yechim - xosmas tayanch yechim, aks holda esa xos tayanch yechim deyiladi.

5-ta'rif. Chiziqli dasturlash masalasining (2) chiziqli tizimi nomanfiy ($x_j \geq 0$) yechimga ega bo'lmasa, masalaning o'zi ham yechimga ega bo'lmaydi.

3.3. Assortiment masalasining matematik modeli

Faraz qilaylik, korxonada n turli xil mahsulot (assortiment) ishlab chiqarish qobiliyatiga ega (sanoat korxonasi uchun turli xil detallar, qishloq xo'jaligi korxonasi uchun ekinlar, chorvachilikning turli xil mahsulotlari va hokazo), shu bilan birga, ushbu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun korxonada m xildagi resurslar mavjud bo'lib (uskunalar vaqti, yer, ishchi kuchi, urug'lik, ozuqa, yoqilg'i va boshqalar), ularning zaxiralari ma'lum:

$$b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_m.$$

Ishlab chiqariladigan har bir turdagi mahsulotdan olinadigan iqtisodiy foyda ham ma'lum bo'lib, ular

$$c_1, c_2, \dots, c_j, \dots, c_n.$$

Har bir turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan resurslarning sarflanish normalari ham ma'lum:

$$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{ij}, \dots, b_{nm},$$

bu yerda a_{11} – birinchi turdagi mahsulotning bir-birligini ishlab chiqarish uchun birinchi turdagi resursdan qancha kerakligini ko'rsatadi.

Umumiy holda $\sum a_{ij} X_j$, $j(j=1,2,\dots,n)$ turdagi mahsulotdan bir-birlik ishlab chiqarish uchun $i(i=1,2,\dots,m)$ turdagi resursdan qancha kerakligini ko'rsatadi.

Ishlab chiqariladigan har bir turdagi mahsulotdan olinadigan iqtisodiy foyda ham ma'lum.

Har bir turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan resurslarning sarflanish normalari ham ma'lum.

Ishlab chiqarishning shunday rejasini tuzish talab qilinadiki, natijada eng ko'p umumiy foyda ta'minlansin.

Ozuqa ratsioni masalasi (Dieta masalasi). Ozuqa ratsioni masalasida, qishloq xo'jalik chorvachilik korxonalarida xil ozuqa bo'lib, ulardan har biri turdagi to'yimli moddaga ega. Ma'lumki, birinchi ozuqaning bir-birligi birinchi to'yimli moddaga, ikkinchi to'yimli moddaga va hokazoga ega; ikkinchi ozuqaning bir-birligi birinchi moddaga, ikkinchi moddaga va hokazo. Umumiy holda a_{ij} i -nomerli bir-birlik ozuqada j -nomerli birlik modda bor (demak, koeffitsientning birinchi indeksi to'yimli moddaning nomeri, ikkinchisi esa ozuqaning nomerini bildiradi). Keltirilgan texnologik koeffitsientlar kimyoviy yoki boshqa tahlillar natijasida aniqlanadi.

Endi b_i orqali har bir to'yimli moddaning miqdorini belgilaymiz. Chorva mollarining olishi lozim bo'lgan minimal miqdordagi i -nomerli to'yimli modda. j -nomerli ozuqaning narxi orqali belgilaymiz.

Ozuqa ratsionini tuzish masalasining maqsadi shuki, shunday ratsionni (chorva mollarini oziqlantirish rejasi) topish kerakki, u barcha chegaraviy shartlarni to'liq qanoatlantirsin va funksional eng kichik qiymatga ega bo'lsin.

Transport masalasi. Mazkur masala ishlab chiqaruvchilardan iste'molchilarga yuklarni tashish jarayonida vujudga keladi. Transport masalasining maqsadi bo'lib, ishlab chiqaruvchilardan iste'molchilarga yuklarni tashish jarayonida vujudga keladigan transport xarajatlarini minimallashtirishdan iborat.

Chiziqli dasturlash usulining boshqa masalalari singari transport masalasini yechish jarayoni boshlang'ich tayanch rejasi topish bilan boshlanadi. Transport masalasining boshlang'ich rejasini topish usullari ko'p bo'lib, «shimoliy-g'arb burchak» usuli va «minimal xarajat» usuli amaliyotda ko'p foydalaniladi.

Transport masalasi umumiy holda (m ta jo‘natish punkti, n ta qabul qilish punkti) $m \times n$ ta noma'lumga ega bo‘lib, chegaraviy shartlar va maqsad funksiyasini tuzish yo‘llari avvalgidek qoladi.

Nazorat savollari

1. Qaysi ko‘rsatkichlar korxonalarining asosiy ko‘rsatkichlari hisoblanadi?
2. Alternativ xarajat deganda nimani tushunasiz?
3. Korxonalarining asosiy ko‘rsatkichlarini modellashtirish nimalarga asoslanadi?
4. Chiziqli dasturlash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
5. Maqsad funksiya nimani ifodalaydi va u qanday tuziladi?
6. Chegaraviy shartlar tizimini qanday tuzish mumkin?
7. O‘zgaruvchilarning nomanfiylik sharti nimani ifodalaydi?
8. Texnologik koeffitsientlar nima va ularning iqtisodiy talqini.
9. Chiziqli dasturlash masalasi qanday shakllarda tuziladi?
10. Assortiment masalasi qanday tuziladi?
11. Optimal qorishma, materiallarni qirqish, transport masalasi kabi iqtisodiy masalalarning mohiyatini tushuntirib bering.

IV bob. CHEKLANGAN RESURLARNI SAMARALI TAQSIMLASH MASALASINI YECHISHDA IKKILANGANLIK NAZARIYASI

4.1. Chiziqli dasturlash usulining berilgan va ikkilangan masalalarining iqtisodiy talqini.

4.2. Iqtisodiy masalalarni qo‘yilishida ikkilanganlik shartlari.

4.3. Ikkilangan baholar xususiyatlari va iqtisodiy tahlilda qo‘llanilishi.

4.1. Chiziqli dasturlash usulining berilgan va ikkilangan masalalarining iqtisodiy talqini

Chiziqli dasturlash usulida ikkilangan masalaning asosiy teoremasi bo‘lgan berilgan va ikkilangan masalaning ixtiyoriy yechimi mavjud bo‘lsa, ular uchun optimal yechim ham mavjudligi va

$$\max \sum_{j=1}^n c_j x_j = \min \sum_{i=1}^m b_i y_i \quad (1)$$

ekanligi isbotlangan.

Qo‘shma simmetrik masalalarning optimal rejaları faqat maqsad funksiyalari qiymatlarining tengligi bilangina bog‘liq bo‘lmay, ularda ushbu muhim munosabatlar ham mavjud:

1) faqat optimal rejada to‘liq ishtirok etgan resurslarning ikkilangan bahosi mavjud, qolganlariniki nolga tengdir;

2) agar mahsulot optimal rejaga kiritilgan bo‘lsa, uning bahosi bir-birlik mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan resurslar bilan baholanadi, aks holda shu mahsulotni ishlab chiqarish korxonasi uchun foyda keltirmaydi.

Chiziqli dasturlash usulining berilgan va ikkilangan masalalari bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda simpleks usuli orqali yechilishi mumkin.

Yuqoridagilardan ko‘rinib turibdiki, chiziqli dasturlash usulining berilgan masalasiga mos ravishda ikkilangan masalani tuzish va aksincha, ikkilangan masala berilgan bo‘lsa, unga qo‘shma bo‘lgan to‘g‘ri masalani keltirib chiqarish mumkin ekan.

Masala. x_1 va x_2 o'zgaruvchilarning shunday qiymatlari aniqlansinki, unda

$$F = 5x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \leq 3, \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ -x_1 - x_2 \leq -1. \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

Bu masalaga qo'shma bo'lgan ikkilangan masala quyidagicha bo'ladi:

y_1, y_2 va y_3 o'zgaruvchilarning shunday qiymatlari aniqlansinki, unda

$$F_1 = 3y_1 + 6y_2 - y_3 \rightarrow \min$$

bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

$$\begin{cases} 2y_1 + 3y_2 - y_3 \geq 5, \\ -y_1 + 2y_2 - y_3 \geq -1. \end{cases}$$

$$y_1 \geq 0, \quad y_2 \geq 0, \quad y_3 \geq 0.$$

Berilgan dastlabki va tuzilgan ikkilangan masalalarning tengsizliklari uchun ushbu munosabatlar o'rinli ekanligini ko'rish mumkin:

- 1) $2x_1 - x_2 \leq 3$ va $y_1 \geq 0$;
- 2) $3x_1 + 2x_2 \leq 6$ va $y_2 \geq 0$;
- 3) $-x_1 - x_2 \leq -1$ va $y_3 \geq 0$;
- 4) $x_1 \geq 0$ va $2y_1 + 3y_2 - y_3 \geq 5$;
- 5) $x_2 \geq 0$ va $-y_1 + 2y_2 - y_3 \geq -1$.

Juft simmetrik qo'shma masalalar uchun ayrim iqtisodiy mulohazalarni ko'rib chiqamiz. Simmetrik qo'shma masalalarni iqtisodiyotning turli xil sohalari va tarmoqlarida qo'llash mumkin. Masalan, ishlab chiqarish korxonalarida xomashyodan foydalanish masalasi berilgan bo'lsin. Bu masalada ikki xil turdagi xomashyo zaxiralari bo'yicha uch xil assortimentdagi mahsulot ishlab chiqarish rejasini shunday tashkil etish kerakki, natijada ishlab chiqarilgan mahsulotlarning sotilishidan keladigan foyda eng katta bo'lsin (maqsad funksiyasi maksimumga intilsin). Keltirilgan ushbu masalaning matematik ko'rinishi quyidagicha bo'ladi (1-rasm).

I. Berilgan masala	II. Ikkilangan masala
x_1, x_2, x_3 o'zgaruvchilarning shunday qiymatlari topilsinki, unda $F = 12x_1 + 15x_2 + 19x_3 \rightarrow \max$ funktional maksimum qiymatga ega bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin: $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + 6x_3 \leq 60, \\ 2x_1 + 6x_2 + 4x_3 \leq 45. \end{cases}$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$	y_1 va y_2 o'zgaruvchilarning shunday qiymatlari topilsinki, unda $F_1 = 60y_1 + 45y_2 \rightarrow \min$ funktional minimum qiymatga ega bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin: $\begin{cases} 4y_1 + 2y_2 \geq 12, \\ 2y_1 + 6y_2 \geq 15, \\ 6y_1 + 4y_2 \geq 19. \end{cases}$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$

1-rasm. Berilgan va ikkilangan masalalarni tuzish shartlari

Ma'lumki, umumiy holda ifodalangan 1-rasmdagi I-masalaning ozod hadlari b_1, b_2, \dots, b_n resurslarni (ishlab chiqarish omillarini) ko'rsatib, optimal ishlab chiqarish rejasini aniqlaydi. Ikkilangan yoki qo'shma bo'lgan II-masala esa resurslarning optimal bahosini, ya'ni bir-birlik bahosini (narxini) shunday aniqlash kerakki, mahsulot ishlab chiqarishga sarflangan resurslar qiymati eng kam bo'lsin. Ko'rinib turibdiki, resurslarning optimal bahosi nisbiy ma'noga ega ekan, chunki resurslar ikkala masalada ikki xil ma'noga ega.

Masalan, ikki xil mahsulot ishlab chiqarishning optimal rejasini uchta resurslar bo'yicha topish talab etilsin. Bu masalaning maqsad funksiyasi

$$F = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

ko'rinishida bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ x_1 \leq 4. \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Ko'rinib turibdiki, bu masalaga qo'shma bo'lgan masala resurslarning optimal bahosini aniqlashdan iborat bo'lib, maqsad funksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F_1 = 6y_1 + 8y_2 + 4y_3 \rightarrow \min$$

va ushbu shartlarni qanoatlantiradi:

$$\begin{cases} y_1 + y_2 + y_3 \geq 2, \\ y_1 + y_2 \geq 3. \end{cases}$$

$$y_1 \geq 0, \quad y_2 \geq 0, \quad y_3 \geq 0.$$

Masalani simpleks usulida yechib, $y^* = (1, 0)$ optimal yechimni topsak, $F(y^*) = 6 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 4 \cdot 0 = 14$ bo'ladi. Bundan esa resurslarning optimal bahosi $y_1^* = 1, y_2^* = 1$ va $y_3^* = 0$ bo'ladi. Bu masalada optimal yechim yagona bo'lmasdan, yana $y^* = (0,5; 1,25; 0,25)$ ham optimal yechim bo'ladi, chunki bu holda ham $F(y^*) = 6 \cdot 0,5 + 8 \cdot 1,25 + 4 \cdot 0,25 = 14$ bo'lib, berilgan barcha shartlar bajariladi.

Demak, ikkilangan yoki qo'shma masalalarda optimal yechim yagona bo'lmasdan, bir nechta bo'lishi mumkin ekan.

Yuqorida ko'rib chiqilgan chiziqli dasturlash usulining berilgan va ikkilangan masalalarini chuqurroq tahlil etish mumkin, ya'ni iqtisodiy masalalarni modellashtirishni asosiy bosqichlari bo'lib – uni matematik tahlil qilish hisoblanadi. Har qanday iqtisodiy jarayonni modellashtirish, ushbu jarayonni ma'lum bir darajada soddalashtirishlar bilan bog'liq bo'lib, bunda soddalashtirishlar foydalanilayotgan ma'lumotlar va olingan natijalarga o'z ta'sirini o'tkazadi. Shuning uchun iqtisodiy-matematik modellar yordamida aniqlangan yechimlardan to'g'ridan-to'g'ri foydalanish ko'zlangan natijani bermasligi ham mumkin. Bundan shu kelib chiqadiki, matematik usullar yordamida masalaning yechimini aniqlash jarayonini bir marta o'tkaziladigan jarayon deb qarash kerak emas.

Iqtisodiy masalalar yechimini iqtisodiy-matematik tahlil qilish asosan ikki yo'nalish bo'yicha olib boriladi:

- model bo'yicha turli xildagi variantlar hisob-kitobi, variantlarni bir-biri bilan solishtirish bilan;
- aniqlangan har bir yechimni ikkilangan baholar yordamida tahlil qilish.

Masalani turli variantlar bo'yicha tahlil qilish modelni o'zgarmagan tarkibida amalga oshirish mumkin (noma'lumlar tarkibi, ishlab chiqarish usullari, masalaning chegaraviy shartlari va optimallashtirish maqsad funksiyasi o'zgarmaydi), ammo modeldagi ko'rsatkichlarning qiymatlarini o'zgartirish yoki model elementlarining o'zini o'zgartirish bilan: maqsad mezonini o'zgartirish, resurslarga yangi

chegaralovchi shartlarni qo‘shish yoki ishlab chiqarish usullarini masala shartiga kiritish, variantlar to‘plamini kengaytirish mumkin.

4.2. Iqtisodiy masalalarni qo‘yilishida ikkilanganlik shartlari

Faraz qilaylik, ishlab chiqarishni tashkil etish uchun quyidagi ko‘rsatkichlar ma’lum bo‘lsin:

i – ishlab chiqarish resurslari indeksi;

j – ishlab chiqariladigan mahsulotlar indeksi;

b_i – i -ishlab chiqarish resursi hajmi;

c_j – j -turdagi bir-birlik mahsulotni sotishdan olinadigan foyda;

a_{ij} – i -ishlab chiqarish resursidan j -turdagi bir-birlik mahsulotni ishlab chiqarish uchun talab qilinadigan xarajatlar me’yori.

Endi ishlab chiqarilishi lozim bo‘lgan mahsulotlar miqdorini x_j deb belgilaymiz. Ushbu ma’lumotlarga ko‘ra quyidagi masalani tuzish mumkin.

Shunday mahsulotlar ishlab chiqarish miqdorini ko‘rsatuvchi x_1, x_2, \dots, x_n o‘zgaruvchilar topilsinki, natijada

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max \quad (1)$$

bo‘lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases}, \quad (2)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \dots, \quad x_n \geq 0 \quad (3)$$

Yuqoridagi berilganlarga asosan bu masalaga qo‘shma bo‘lgan yangi masalani ham tuzish mumkin.

Har bir ishlab chiqarish resurslariga mos ravishda shunday y_1, y_2, \dots, y_m baholar (o‘zgaruvchilar) aniqlansinki, resurslardan foydalanish minimal bo‘lib, bir-birlik

mahsulot ishlab chiqarish uchun qilinadigan xarajatlar, uning umumiy bahosidan oshib ketmasin.

Masalaning matematik modeli quyidagicha bo‘ladi.

Shunday y_1, y_2, \dots, y_m o‘zgaruvchilar topilsinki, natijada

$$F = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_m y_m \rightarrow \min \quad (4)$$

bo‘lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

$$\begin{cases} a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_m \geq c_1 \\ a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_m \geq c_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_m \geq c_n \end{cases}, \quad (5)$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, \dots, y_m \geq 0 \quad (6)$$

Agar dastlabki masalani (1-3) shartli ravishda to‘g‘ri masala desak, unga qo‘shma bo‘lgan keyingi masala ikkilangan masala (4-6) deyiladi.

To‘g‘ri va ikkilangan masalalarni taqqoslasak, ular uchun ushbu umumiylikni ko‘rish mumkin:

1) to‘g‘ri masalada funksional maksimumga intilsa, ikkilangan masalada esa minimumga intiladi;

2) to‘g‘ri masalaning hamma shartlari kichik yoki teng \leq , ikkilangan masalada esa katta yoki teng \geq belgi bilan ifodalanadi;

3) to‘g‘ri masalada n ta noma’lum va m ta cheklanishlar sistemasi mavjud bo‘lsa, ikkilangan masalada m ta noma’lum va n ta cheklanishlar bo‘ladi;

4) to‘g‘ri masalaning ozod hadlari ikkilangan masalada maqsad funksiyasining koeffitsientlari sifatida qatnashsa, ikkilangan masalaning ozod hadlari to‘g‘ri masalaning maqsad funksiyasida koeffitsient bo‘lib qatnashadi;

5) ikkala masaladagi tengsizliklar koeffitsientlaridan tuzilgan matritsalar o‘zaro transponirlangan bo‘lib, birining satrlari ikkinchisining ustuni bo‘ladi.

4.3. Ikkilangan baholar xususiyatlari va ularning iqtisodiy tahlilda qo‘llanilishi

Iqtisodiy-matematik tahlilning eng samarali vositalaridan biri optimal rejaning ikkilangan baholaridir. Bunday xildagi tahlil ikkilangan baholarni xususiyatlariga asoslanadi. Yuqorida ikkilangan baholarni umumiy matematik xususiyatlari har qanday iqtisodiy jarayonni optimallashtirish masalasi uchun keltirilgan. Ammo, bu ikkilangan baholarni iqtisodiy talqini turli masalalar uchun turlicha bo‘lishi mumkin. Optimal rejadagi ikkilangan baholarni aniq iqtisodiy xususiyatlari quyidagilardan iborat.

Birinchi xususiyati. Ishlab chiqarishda ishlatilayotgan resursning taqchilligini ifodalovchi o‘lchov – baho sifatida.

Ikkinchi xususiyati. Chegaraviy shartni masalaning maqsad mezoni, ya’ni funksionalga ta’sir ko‘rsatuvchi o‘lchov – baho sifatida.

Uchinchi xususiyati. Ba’zi bir ishlab chiqarish variantlarining samarasini aniqlashda baholash vositasi.

To‘rtinchi xususiyati. Ishlab chiqarish xarajatlari va natijalarining yig‘indisini balanslashtirishni baholash vositasi.

Optimal rejadagi ikkilangan baholarning ushbu sanab o‘tilgan xususiyatlarini ketma-ket ravishda, batafsil ifodalaymiz.

Birinchi xususiyati. Ishlab chiqarishda resurs taqchilligini ifodalovchi baho – o‘lchov sifatida. Ikkilangan baholar cheklangan ishlab chiqarish omillarini masalaning maqsad funksiyasida berilayotgan talablarga nisbatan taqchillik darajasini ifodalaydi. Miqdor jihatidan taqchillik darajasi ishlab chiqarish omillarining samarasini chekli baholarda maqsad funksiyasiga qo‘shgan hissasi nuqtai nazaridan ifodalaydi. Ishlab chiqarishni chegaralamagan, limitlanmagan barcha omillarning ikkilangan baholari nolga teng bo‘ladi, ya’ni ikkilangan masalani ikkinchi teoremasidan kelib chiqadiki:

Agar $y_i > 0$ bo‘lsa, u holda $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i$ bo‘ladi.

Agar $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j < b_i$ bo'lsa, u holda $y_i = 0$ ($i=1, 2, \dots, m$) bo'ladi.

Optimal rejada (dasturda) to'liq foydalanilgan resurs taqchil resurs deb hisoblanadi. $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i$ va uning ikkilangan bahosi $y_i > 0$ musbat bo'ladi. To'liq foydalanilmagan resurslar taqchil bo'lmagan resurslar deb ataladi. Ular uchun $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j < b_i$ va ularning ikkilangan bahosi nolga teng $y_i = 0$ bo'ladi.

Taqchil resursning ikkilangan bahosi y_i qanchalik katta bo'lsa, bu resursni taqchilligi shunchalik yuqori hisoblanadi.

Ishbilarmon chiziqli dasturlash masalasini ikkilangan baholarini bu xususiyatlaridan amalda foydalanib, ishlab chiqarish firmalarining ish faoliyatini yaxshilashdagi «tor joylarni», ya'ni qaysi resurs ishlab chiqarishni chegaralab, «ushlab» turganini aniqlaydi va bu resursdan qo'shimcha topish imkoniyatlarini izlaydi.

Ikkinchi xususiyati. Chegaraviy shartni masalaning maqsad mezoni, ya'ni funksionalga ta'sir ko'rsatuvchi o'lchov – baho sifatida. Ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan u yoki bu resursning ikkilangan bahosini miqdori, agar shu resursning hajmini bir-birlikka ortganida maqsad funksiyaning maksimal qiymati qanchaga ortishini ko'rsatadi. (Ikkilangan baholar to'g'risidagi teorema asosan $\Delta F(x) = y_i \cdot \Delta b_i$). Shu bilan birga ishlab chiqarishda to'liq foydalanilmagan resurslar ikkilangan bahosini nolga tengligini ham tushuntirish mumkin, ya'ni bunday resurslarning zaxirasini ko'paytirish ishlab chiqarishning optimal rejasiga ta'sir ko'rsatmaydi, bu esa olinadigan foyda miqdorini ham o'zgartirmaydi.

Ammo, shuni ham esda tutish kerakki, ikkilangan baholar ishlab chiqarish resurslari hajmini har qanday o'zgarishidagi samarani baholashga emas, balki ma'lum bir kichik hajmdagi o'zgarishlariga to'g'ri keladi. Resurslar hajmi keskin o'zgarganida, ikkilangan baholarning o'zi ham boshqacha bo'lishi mumkin.

Ikkinchi xususiyatning mohiyati shundaki, uning yordamida firmadagi «tor joylar» ni aniqlash va ularni oldini olish yo'nalishlarini belgilab beradi, eng katta

iqtisodiy samarani ta'minlaydi va umumiy optimallik nuqtai nazaridan ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar tarkibini maqsadga muvofiq ravishda o'zgartirishni ta'minlaydi. Ammo, optimal rejani ikkilangan baholarini bunday xususiyatlarida ularni chekli xarakterga ega ekanligi jiddiy o'rin egallaydi. Chegaraviy shartlarni funksionalga ta'sirini aniq o'lchovi bo'lib, chegaraviy shartlarni kichik miqdorga ortishlaridagi baholar hisoblanadi. Ma'lumki, ikkilangan baholar o'z qiymatlarini o'zgartirmaydilar, agar optimal reja bazisiga kirgan vektorlar to'plami o'zgarmasa, ya'ni bunda bu vektorlarni intensivligi (noma'lumlar qiymati) rejada o'zgarishlari mumkin. Buni quyidagi matritsa ko'rinishidagi modelda ko'rib chiqish mumkin.

$$Z(x) = \bar{C} \cdot \bar{X} \rightarrow \max$$

$$A \cdot X \leq B,$$

$$X \geq 0,$$

bu yerda $\bar{X} = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ – noma'lumlar vektori; $\bar{C} = \langle c_1, c_2, \dots, c_n \rangle$ – maqsad funksiyadagi noma'lumlar oldidagi koeffitsientlar vektori; $B = \langle b_1, b_2, \dots, b_n \rangle$ – berilgan masalani chegaraviy shartlaridagi ozod hadlar vektori;

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

- chegaraviy shartlar tizimidagi xarajatlar matritsasi koeffitsientlari.

Masalani kanonik ko'rinishga keltirish uchun unga m – qo'shimcha noma'lumlar kiritiladi. Unda masalani ko'rinishi quyidagi holga keladi:

$$Z(x) = \bar{C} \cdot \bar{X} \rightarrow \max$$

$$A \cdot X = B,$$

$$X \geq 0,$$

bu yerda noma'lum o'zgaruvchilar vektori X endi $n+m$ o'lchamli bo'ladi. Natijada A matritsaning o'lchami ham o'zgaradi va $m \langle +m \rangle$ ga teng bo'ladi.

Endi optimal reja ma'lum bo'lsin. Noma'lum o'zgaruvchilar vektori X ni ikkita vektorlarga ajratamiz: $X > 0$ va $X = 0$. Birinchisiga optimal yechim bazisiga

kirgan noma'lumlarni, ya'ni optimal rejada nol qiymat qabul qilmaganlarini kiritamiz. Mos ravishda A matritsani ham ikkita matritsaga ajratamiz: $A (m \times m)$ va $A (m \times n)$ o'lchamli. Bularni birinchisi A matritsani shunday ustunlarini shakllantiradiki, ular optimal rejada nol bo'lmagan noma'lumlarga to'g'ri keladi. Uni quyidagicha yozish mumkin, $AX = B$. Ikkinchi matritsa $AX = 0$ bo'lgani uchun $AX = B$. Hosil bo'lgan tenglikni ikkala tomonini A matritsaga teskari bo'lgan matritsaga ko'paytirib,

$$A^{-1} \cdot A^* \cdot X^* = A^{-1} \cdot B$$

B ni hosil qilamiz. Birlik matritsa $A^{-1} \cdot A = E$ ekanligidan $X^* = A^{-1} \cdot B$ kelib chiqadi, bu yerda E – birlik matritsa.

Endi $A^{-1} = D$ deb belgilab, $X^* = D \cdot B$ ko'rinishda ifodalash mumkin. Bu yerda D matritsa resurslarni ishlab chiqarish miqdori X ga ta'sirini ifodalaydi. Agar ajratilgan resurslarga ozgina qo'shimcha B berilsa, ya'ni B vektor $B + \Delta B$ ga ortsa, ishlab chiqarish miqdori ham ma'lum bir qiymatga ortadi:

$$X + \Delta X = D \cdot (B + \Delta B) = D \cdot B + D \cdot \Delta B.$$

Endi $X = D \cdot B$ ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta X = D \cdot \Delta B.$$

Bu munosabat berilgan masaladagi chegaraviy shartlar o'zgarganida ishlab chiqarishdagi tarkibiy o'zgarishlar miqdorini aniqlaydi. Ikkilanganlikning ikkinchi teoremasidan ko'rinib turibdiki, ikkilangan baholar (ikkilangan masalaning noma'lumlari) to'g'ri masalani optimal rejasi bilan juda yaqin bog'langan. Berilgan masalani har qanday o'zgarishi, uni optimal rejasiga ta'sir o'tkazishi bilan $\Delta X = D \cdot \Delta B$ xuddi shunday ikkilangan baholar tizimini ham o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun ikkilangan baholardan foydalanib, iqtisodiy tahlil o'tkazish uchun ularni barqarorlik intervallarini aniqlash lozim.

Ikkilangan baholarni ikkinchi xususiyati shuni bildiradiki, b_i miqdorning qiymatini o'zgarishi maqsad funksiyani $Z(x)$ ortishi yoki kamayishiga olib keladi.

Bunday o'zgarishlar Y_i qiymati bilan aniqlanadi va o'rnatilishi mumkin, qachonki b_i qiymat o'zgariganida, optimal rejaga mos keluvchi ikkilangan masalani o'zgaruvchilari qiymatlari Y_i o'zgarmay qolganda. Shuning uchun chiziqli tenglamalar tizimi va tengsizliklarining har bir ozod hadlari o'zgarish intervallarida aniqlash zarur $AX = B$, ushbu holda ikkilangan masalaning optimal rejasi o'zgarmasin. Bu esa $X = D \cdot B$ vektor komponentlari orasida manfiy qiymatlar uchramagan holda yuz beradi. Shuni ham esda tutish kerakki, matritsa elementlari A matritsaga teskari bo'lib, X – bazis vektor komponentlaridan tashkil topadi, chunki masalani optimal rejasini aniqlaydi va birinchi bazisni tashkil etuvchi vektorlar ustunidan olinadi.

Bular natijasida alohida har bir chegaraviy shartni o'zgarishida ikkilangan baholarni pastki va yuqori barqarorlik chegarasining bahosi aniqlanadi. Chegarani kamayishi (pastki chegara) shunday X_k bilan aniqlanadi, ular uchun mos keluvchi $d_{kj} > 0$ ($k=1, 2, \dots, m$) bo'ladi:

$$\Delta b_i^{(-)} = \min \left\{ \frac{A_{ik}}{d_{kj}} \mid d_{kj} > 0 \right\} \text{ bo'lganida.}$$

Chegaraning ortishi (yuqori chegara) shunday X_k bilan aniqlanadiki, ular uchun $d_{kj} < 0$ ($k=1, 2, \dots, m$) bo'ladi:

$$\Delta b_i^{(+)} = \left| \max \left\{ \frac{A_{ik}}{d_{kj}} \mid d_{kj} < 0 \right\} \right| \text{ bo'lganida.}$$

Qandaydir i -chegaraviy shartni bo'shashi shunga olib keladiki, ma'lum bir vaqtdan boshlab bazis rejaning tarkibini (vektorlar to'plamini) o'zgartirish mumkin bo'lib qoladi, ammo bu baho qiymatini tartibsiz ravishda kamayishiga olib keladi. Bu i -resurs taqchil bo'lmay qolishi va uning ikkilangan bahosi nolga aylanib qolmaguncha davom etib boradi.

Uchinchi xususiyati. Ba'zi bir ishlab chiqarish variantlarining samarali ekanligini aniqlashda baholash vositasi. Bu xususiyat ikkilanganlikning ikkinchi teoremasidan kelib chiqadi:

Agar $X_j > 0$ bo'lsa, u holda $\sum_i a_{ij} y_i = c_j$, ($j=1, 2, \dots, n$) bo'ladi.

Agar $\sum_i a_{ij} y_i > c_j$ bo'lsa, u holda $X_j = 0$, ($j=1, 2, \dots, n$) bo'ladi.

Bunday munosabatlarga asosan optimal rejadagi qiymati musbat bo'lgan noma'lumlar $X_j > 0$ uchun ikkilangan masaladagi mos keluvchi bog'langan shartlar tenglikka aylanadi va nol qiymat qabul qilgan noma'lumlar $X_j = 0$ optimal rejaga kirmaganlar uchun ikkilangan masalada mos keluvchi bog'langan shartlar tengsizlikka aylanadi.

Masalani shartiga qarab chegaraviy resurslarni ikkilangan masaladagi bahosi turlicha bo'ladi. Agar berilgan masala olinadigan foydani maksimallashtirishga qaratilgan bo'lsa va chegaralangan resurs - uskuna bo'lsa, unda ikkilangan baho uskunani ijara bahosini ifodalaydi. Bu ko'rsatkich i -turdagi uskunani ishlash vaqti fondi cheklanganligini va ijobiy samara beruvchi barcha yo'nalishlarda undan foydalanish imkoniyati yo'qligini bildiradi. Shuning uchun uskunadan umumiy optimum nuqtai nazaridan eng yuqori samarani ta'minlovchi texnologik jarayonlarda foydalanishni masalaning yechimida aniqlanadi. Natijada uskunalar yetishmasligi sababli, korxonada bir xildagi texnologik jarayonlardan ma'lum bir foyda ola olmay qoladi, boshqa birlarida samarasi pastroq resurslardan foydalanishga majbur bo'ladi.

Bunda ikkilangan baho $Y_i - i$ -turdagi uskunalarini ish vaqti tanqisligi sababli, olinmay qolingan foydani chekli qiymatini ko'rsatadi. Ikkilanganlikning bu xususiyatiga qarab, masalani maksimum foyda olishini ta'minlovchi optimal rejasiga faqatgina shunday ishlab chiqarish usullari (variantlari) kirishi mumkin, qachonki taqchil resurslarni boshqa usulga jalb qilish natijasida olinmagan foyda olinadigan foyda C_j ni qoplasa. Olinmagan va olingan foyda ayirmasi ishlab chiqarishning xarakteristikasi bo'lib xizmat qiladi:

$$\Delta_j = \sum_i a_{ij} y_i - c_j,$$

bundan shu kelib chiqadiki, agar $\Delta_j > 0$ bo'lsa, ishlab chiqarish foydasiz; agar $\Delta_j < 0$ bo'lsa, ishlab chiqarish foydali.

Ikkilangan baholar yordamida masalani qaytadan yechmasdan, yangi texnologik jarayonlarning samarasini, yangi mahsulotlarning rentabelligini aniqlash mumkin.

To'rtinchi xususiyati. Ishlab chiqarish xarajatlari va natijalarining yig'indisini balanslashtirishni baholash vositasi. Bu xususiyat ikkilanganlikning birinchi teoremasidan kelib chiqadi hamda to'g'ri va teskari masalalarni maqsad funksiyalarini bog'laydi $Z(x)=Q(y)$. Bu xususiyatdan foydalanib, butun iqtisodiy tizimning xarajatlar va natijalarini tuzish va balanslashtirish mumkin. Keng ma'noda natijalar deganda, iqtisodiy tizimni umumiy maqsadiga qo'shiladigan hissa, xarajatlar deganda – bu maqsadlarga erishishda qo'ldan boy berilgan imkoniyatlar tushuniladi.

Amalda tuzilayotgan har bir optimallashtirish masalasida optimal nuqtadagi xarajatlar va natijalar singari munosabatlar turli xildagi iqtisodiy ma'noga ega bo'ladi. Ishbilarmon uchun bu munosabatlarni teng bo'lishi barqaror faoliyat olib borishdan darak beradi.

Firmaning ishlab chiqarilayotgan mahsulotlardan maksimal foyda olish masalasida berilgan va ikkilangan masalalar funksionallarini tengligi shuni bildiradiki, firma maksimal foyda olishga erishishi mumkin, faqatgina foydalanayotgan taqchil resurslardan olaolmay qolgan foydani minimallashtirilgan holdagina.

Shu bilan birga chiziqli dasturlash masalalari ishbilarmonlar uchun qanday ish faoliyati olib borilganida iqtisodiy samaraning yuqori bo'lish yo'llarini ko'rsatib beradi.

Nazorat savollari

1. Berilgan yoki dastlabki masala deb nimaga aytiladi?
2. Ikkilangan masala deb nimaga aytiladi?
3. Dastlabki masalani ikkilangan masalaga aylantirish shartlarini tushuntirib bering.
4. Simmetrik qo'shma masalalarni tushuntirib bering.
5. Ikkilangan baho deb nimaga aytiladi?
6. Mahsulotlar bo'yicha ikkilangan baholarning iqtisodiy ma'nosini tushuntirib bering.
7. Resurslar bo'yicha ikkilangan baholarning iqtisodiy ma'nosini tushuntirib bering.

8. Optimal rejadagi ikkilangan baholarning birinchi xususiyati nimadan iborat?
9. Optimal rejadagi ikkilangan baholarning ikkinchi xususiyati nimadan iborat?
10. Optimal rejadagi ikkilangan baholarning uchinchi xususiyati nimadan iborat?
11. Optimal rejadagi ikkilangan baholarning to'rtinchi xususiyatini tushuntirib bering.
12. Nima uchun dastlabki va ikkilangan masalalarning yechimlari bir-biriga teng bo'ladi?

V bob. ISHLAB CHIQRISHNI DIVERSIFIKATSIYA QILISH SHAROITIDA USKUNALARNI OPTIMAL YUKLASH MODELLARI

5.1. Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish asoslari.

5.2. O‘zaro almashadigan va almashmaydigan uskunalarni yuklashning matritsaviy va iqtisodiy-matematik modellari.

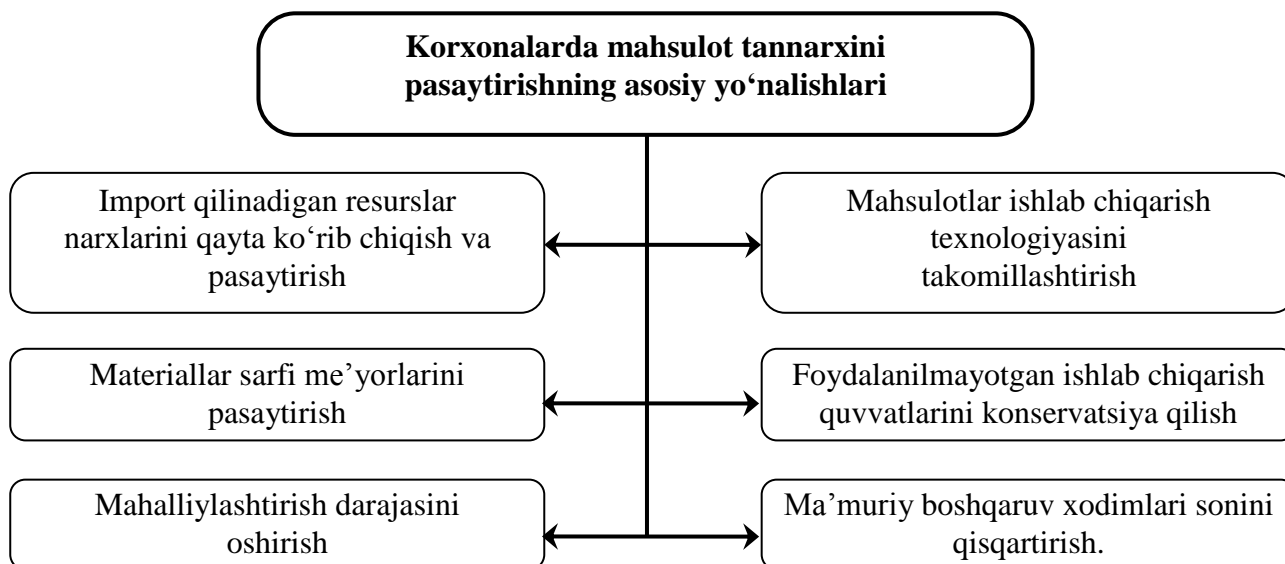
5.3. Korxonada ishlab chiqarish vositalaridan optimal foydalanish masalasining qo‘yilishi.

5.1. Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish asoslari

Diversifikatsiya (lotinchadan *diversus* - har xil va *facere* - qilmoq, bajarmoq) – bu ishlab chiqarishning samaradorligini oshirish, mahsulot va xizmatlarni sotish bozorlarini kengaytirish maqsadida tarmoq va korxonalar faoliyat sohasini kengaytirish, mahsulot va xizmatlar assortimentlarini ko‘paytirish demakdir.

Diversifikatsiya strategiyasi – korxonalar faoliyatini mavjud mahsulotlar va bozorlar turini kengaytirish orqali rivojlanish strategiyasidir. Diversifikatsiya strategiyasi korxonalarning ishlab chiqarish va tijorat faoliyatini rivojlantirishning eng yetakchi zamonaviy tendensiyalardan biri hisoblanib, u orqali korxonalarni bozor sharoitida vujudga keladigan turli qaltisliklarga bo‘lgan raqobatbardoshligini oshiradi. Diversifikatsiya strategiyasi – korxonalarda yangi mahsulotlar liniyalarini ishga tushirish, qo‘shma korxonalar tuzish, boshqa korxonalarni sotib olish va boshqa turli uslublarda amalga oshirishi mumkin (1-rasm).

Korxonalarni texnik qayta qurollantirish - alohida ishlab chiqarish turlarini zamonaviy talablarga asosan yangi texnika va texnologiyalarni kiritish, ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, eskirgan qurilma va uskunalarni yangilash va almashtirish, ishlab chiqarish tuzilmasi va tashkil etilishini yaxshilash yo‘li bilan, korxonaning texnik darajasini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar majmuasi.



1-rasm. Korxonalarda mahsulot tannarxini pasaytirishning asosiy yo'nalishlari

U ishlab chiqarish intensivligini kuchaytirish, ishlab chiqarish quvvatlarini oshirish va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar sifatini yaxshilashga yo'naltirilgan bo'ladi.

5.2. O'zaro almashadigan va almashmaydigan uskunalarini yuklashning matritsaviy va iqtisodiy-matematik modellari

Zamonaviy sanoat korxonalarida ishlab chiqarishni tashkil etish uchun bir necha turdagi asbob-uskunalar mavjud bo'ladi. Ushbu asbob-uskunalarni ikki turga bo'lish mumkin:

1) Agar vositalarda faqat bitta operatsiya bajarish mumkin bo'lsa, ularni o'zaro almashishi mumkin bo'lmagan vositalar deb aytiladi.

2) Agar vositalarda bir necha turdagi operatsiyalar bajarilsa, ularni o'zaro almashuvchi vositalar deyiladi.

Birinchi turdagi vositalarda detalga ketma-ket ishlov beriladi.

Agar har bitta detalga har bitta jihozda ishlov berish vaqti aniq bo'lsa, jihozlarning ish vaqti fondi hamda tayyor mahsulotlardan olinadigan foyda aniqlansa, masalani yechishdan maqsad - jihozlarni optimal ish rejasini topish bo'ladi. Boshqa so'z bilan aytganda, eng yuqori foyda olish uchun, qaysi turdagi detalni va qancha ishlab chiqarishning optimal rejasini aniqlashdan iborat.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

j - mahsulotlar turlari;

C_j - j detalning bir-birligidan olinadigan foyda;

a_{ij} - i -turdagi vositadan j -turdagi mahsulotning bir-birligiga ishlov berish uchun ketgan vaqt sarfi;

A_i - i -turdagi jihozning ish faqti fondi;

x_j - optimal rejada ishlab chiqariladigan j -turdagi mahsulotlar soni.

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.

Mahsulotlarda olinadigan foyda eng maksimal bo'lishi kerak.

$$F = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j \rightarrow \max \quad (1)$$

Chegaraviy shartlar:

1. j -mahsulotni i -jihozda ishlab chiqarganda, unga ketgan vaqt xarajati jihozlarning ish vaqti fondidan oshib ketmasligi sharti:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j \leq A_i \quad (2)$$

2) O'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$X_j \geq 0. \quad (3)$$

Yuqorida ko'rilgan model korxonada ishlab chiqarish quvvatidan foydalanishning optimal variantini to'liq aniqlab olmaydi. Shuning uchun ishlab chiqarish dasturini bir nechta variantlarda, masalan, korxonada yillik rejasining bajarilishini hisobga olgan holda, reja tarkibini o'zgartirmay maksimal mahsulot ishlab chiqarish, mahsulotni uning to'liq assortimenti bo'yicha ishlab chiqarish, asbob-uskunalaridan to'liq foydalanish, maksimal foyda olish dasturini bajarish kabilarni hisobga olib qaraganda, korxonada ishlab chiqarish quvvatidan oqilona foydalangan bo'ladi.

Sanoat korxonalarida ba'zan mahsulot ishlab chiqarish uchun avtomatlar, avtomat liniyalar, yoki ma'lum bir guruhdagi vositalar ishtirok etishi mumkin. Masalan, detal ishlab chiqarishda bir qancha o'zaro almashuvchi jihozlardan foydalanadi. Bu asbob-uskunalarining mehnat unumdorligi, mahsulot ishlab chiqarish uchun sarflanadigan vaqti, tannarxi har xil bo'lishi mumkin. Shuning uchun bunday vaqtda asbob-uskunalaridan optimal foydalanib, mahsulot ishlab chiqarishni

taqsimlash masalasini matematik tarzda ifodalash zarur.

Masalaning iqtisodiy qo'yilishi.

Ishlab chiqarish korxonasida bir necha xil jihozlar mavjud. Har bir turdagi jihozda bir necha turdagi mahsulot ishlab chiqarilishi mumkin. Yana har bir jihoz turini ish vaqti fondi ma'lum. Har bitta detalga ishlov berish vaqt xarajati me'yor ma'lum. Har bir detalni ishlab chiqarish tannarxi ham aniq.

Detallarni ishlab chiqarish jihozlarda ishlov berish uchun shunday taqsimlash kerakki, umumiy ketgan xarajatlarning miqdori minimal bo'lsin.

Masalaning sodda iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i - jihoz turining nomeri;

j - detal turining nomeri;

A_i - i -turdagi jihozning ish vaqti fondi;

α_{ij} - j -turdagi detalni bir birligiga i -nomerdagi jihozda ishlov berish vaqt sarfi me'yor;

B_j - j -turdagi detalga ishlov berish rejasi;

C_{ij} - i -turdagi jihozda bir dona j -turdagi mahsulot ishlab chiqarish uchun ketadigan xarajatlar;

X_{ij} - i -turdagi jihozda ishlab chiqariladigan j -turdagi detallar soni.

Masalaning matritsaviy modeli quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Masalaning matritsaviy modeli

$i \backslash j$	B_1	B_2	...	B_n
A_1	a_{11} X_{11} C_{11}	a_{12} X_{12} C_{12}	...	a_{1n} X_{1n} C_{1n}
A_2	a_{21} X_{21} C_{21}	a_{22} X_{22} C_{22}	...	a_{2n} X_{2n} C_{2n}
...
A_m	a_{m1} X_{m1} C_{m1}	a_{m2} X_{m2} C_{m2}	...	a_{mn} X_{mn} C_{mn}

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.

Masalaning maqsad funksiyasi:

Detallarga ishlov berish uchun ketgan umumiy xarajatlar eng kam bo'lsin:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

1) Detallarga ishlov berganda i -turdagi vosita vaqt xarajati shu vositani ish vaqt fondidan ortib ketmasin:

$$F = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \cdot X_{ij} \leq A_i \quad (5)$$

2) Barcha turdagi vositalarda ishlov berilgan detallarning soni ishlab chiqarish rejasiga teng bo'lishi kerak:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = B_j \quad (6)$$

3) O'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$X_{ij} \geq 0.$$

5.3. Korxonada ishlab chiqarish vositalaridan optimal foydalanish masalasining qo'yilishi

Masalaning iqtisodiy qo'yilishi. Faraz qilaylik, korxonada n xildagi mahsulotlar ishlab chiqarish rejalashtirilgan bo'lsin. Ushbu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun m turdagi ishlab chiqarish resurslari (moddiy, mehnat, energiya, asbob uskunalari, maydonlar) qatnashadi. Shuni unutmaslik kerakki, bu turdagi resurslar chegaralangan.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

j - sotiladigan mahsulot turlari indeksi $(j = \overline{1, n})$;

i - foydalaniladigan resurslari indeksi;

A_i - i -turdagi foydalaniladigan resurslar hajmi;

α_{ij} - j -xildagi mahsulotning bir birligini i -turdagi resurs yordamida sotilish uchun qilingan xarajatlar me'yori;

B_j - j -mahsulot sotilishidan olinadigan foyda;

X_j - j -xil mahsulotlarni sotish hajmi.

Agar korxonada har xil turdagi bir-birlik mahsulot ishlab chiqarish bahosi, yoki undan olinadigan foyda ma'lum bo'lsa, masalaning matematik modeli quyidagicha bo'ladi. Shunday X_j o'zgaruvchilar topilsinki

$$\sum_{j=1}^n P_j \cdot X_j \rightarrow \max \quad (9)$$

bo'lib, quyidagi shartlar bajarilsin:

- mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarflangan jami resurslar, korxonadagi mavjud resurslar hajmidan ko'p bo'lmasin:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j \leq A_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (10)$$

- noma'lum o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmaslik sharti:

$$X_j \geq 0. \quad (11)$$

Bu modelning optimal mezoni sifatida maksimal mahsulot ishlab chiqarish yoki maksimal foyda kabi ko'rsatkichlar qabul qilingan. Modeldan ko'rinib turibdiki, mahsulot ishlab chiqarishning hajmi to'g'risida hech qanday chegaralar ko'rsatilmagan. Shuning uchun korxonada ishlab chiqarish quvvatining optimal variantida ayrim mahsulotlar sotish darajasi juda katta bo'lsa, ayrimlarini esa ishlab chiqarishda umuman qatnashmasligi mumkin. Bu esa iste'molchilarni talabini qondirmaslikka olib keladi.

Agar rejalashtirish davrida sotilayotgan mahsulotlarga talab ma'lum bo'lsa, modelga qo'shimcha chegaraviy shart kiritish zarur.

Agar B_j - j -mahsulotni sotish rejasi bo'lsa, unda masalaning maqsad funksiyasi

$$\sum_{j=1}^n P_j \cdot X_j \rightarrow \max \quad (12)$$

ko'rinishida bo'ladi.

Chegaraviy shartlari esa:

1. Mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarflangan jami resurslar, korxonadagi mavjud resurslar hajmidan ko'p bo'lmasin:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j \leq A_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (13)$$

2. Mahsulot miqdori iste'molchilar talabini qondirsin:

$$\sum_{j=1}^n X_j \geq B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (14)$$

3. Noma'lum o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmashlik sharti:

$$X_j \geq 0. \quad (15)$$

Masalaning matritsaviy modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi (2-jadval):

2-jadval

Masalaning matritsaviy modeli

<i>i</i> \ <i>j</i>	Mahsulot ishlab chiqarishga sarflangan resurslar xarajatining me'yori						Resurslar hajmi
	1	2	...	<i>j</i>	...	<i>n</i>	
	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n	
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}	A_1
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}	A_2
...
<i>i</i>	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}	A_i
...
<i>m</i>	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}	A_m
P_i	P_1	P_2	...	P_j	...	P_n	

Ushbu ma'lumotlar asosida yana bitta masala tuzish mumkin.

$$\sum_{i=1}^m A_i \cdot Y_i \rightarrow \min \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot Y_i \geq P_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (17)$$

$$Y_i \geq 0, \quad (18)$$

bu yerda Y_i - *i*-turdagi resursning optimal bahosi.

Optimal baholar maqsad funksiyani o'zgarishini ko'rsatadi. Agar taqchil resursni mavjud fondini bir birlikka oshirsak, maqsad funksiyaning qiymati Y_i - miqdorga o'zgaradi. Ortiqcha, sarflanmay qolgan resurslarning optimal bahosi «0» ga teng bo'ladi, chunki resursning fondi o'zgarishi maqsad funksiyaga ta'sir qilmaydi.

Mahsulot uchun hisoblangan optimal baholar quyidagicha ifodalanadi. Optimal rejaga kirmagan mahsulot bir birligi sotilsa, maqsad funksiya qanchaga kamayishini optimal baholar yordamida aniqlash mumkin.

Nazorat savollari

1. Diversifikatsiyalash deganda nimani tushunasiz?

2. Matematik modellarni korxonada faoliyatini modellashtirishda qo'llanishi zarurligi nimalardan iborat?
3. Korxonalarda jihozlardan optimal foydalanish zarurligini tushuntirib bering.
4. Korxonalarda o'rnatilgan jihozlar necha turga bo'linadi?
5. O'zaro almashinuvchi vositalarni optimal yuklashni qanday tushunasiz?
6. Jihozning ish vaqti fondi deganda nimani tushunasiz?
7. Korxonadagi jihozlarning samaradorligini tushuntirib bering.

VI bob. XOMASHYO VA MATERIALLARDAN OPTIMAL FOYDALANISH MODELLARI

6.1. Sanoat materiallarini optimal qirqish masalasi.

6.2. Umumiy chiqindilarni minimallashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modeli.

6.3. Tayyor mahsulotlar komplektlarini maksimallashtirish modellari.

6.4. Xomashyo va materiallardan foydalanishning boshqa masalalari.

6.1. Sanoat materiallarini optimal qirqish masalasi

Ishlab chiqarishga turli xil va turli shakldagi sanoat xom ashyolari (masalan, rulon, prokat, truba va hokazo) keltiriladi. Bu xom ashyolardan mahsulot ishlab chiqarish uchun ularni zarur o'lchamlar va shakllardagi qismlarga bo'lishga yoki qirqishga to'g'ri keladi. Keyinchalik ulardan komplektlar tayyorlab, har xil detallardan bitta butun mahsulot tayyorlanadi. Xom ashyoni qirqishda esa ma'lum qismi chiqindiga chiqib ketishi mumkin. Shuning uchun chiqindini kamaytirish, xom ashyoni tejash, qirqishning optimal usullarini topish masalasi muhim ahamiyatga ega.

Qirqish rejasini iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun material bo'laklarining qirqilishini bir necha variantlarda hal etish mumkin, chunki har xil variantlarda xom ashyolarni qirqishda chiqindilar hajmi ham har xil bo'ladi. Barcha variantda qirqilgan materiallarga bo'lgan talabni qondirgan holda umumiy chiqindilar miqdorini kamaytirish zarur.

Sanoat xom ashyolarini qirqishni ikkita mezon asosida tashkil qilish mumkin:

1. Umumiy chiqindini minimallashtirish mezon.
2. Tayyor komplektlarni maksimallashtirish mezon.

6.2. Umumiy chiqindilarni minimallashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modeli

Sanoat materiallarini qirqish bir necha variantlari topilgan bo'lsin. Mahsulotni ishlab chiqarish uchun qirqilgan detallarni zarur miqdori ma'lum. Masalani yechish

natijasida detallarni qirqish rejasi bajarilgan holda umumiy chiqindilarning miqdori eng kam bo'lishi kerak.

Masalani iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i - material bo'laklarini qirqish varianti indeksi ($i = \overline{1, m}$);

j - tayyorlanayotgan detal indeksi;

B_j - j -xildagi detallarning umumiy soni;

P_{ij} - i -variantni qo'llagan holda bir-birlik material bo'lagidan tayyorlangan j -xildagi detallar soni;

A - material bo'laklarini mavjud miqdori;

C_i - i -variantni qo'llagan holda har bir materialdan chiqqan chiqindi miqdori;

X_i - i -variantni qo'llab qirqilgan materialning (rulon, taxta, truba va boshqa shakldagi) bo'laklar soni.

Umumiy chiqindilarni minimallashtirish masalasining matritsaviy modeli quyida keltirilgan (1-jadval).

1-jadval.

Umumiy chiqindilarni minimallashtirish masalasining matritsaviy modeli

i	j	1	2	...	j	...	n	X_i	C_i
		B_1	B_2	...	B_j	...	B_n		
1		P_{11}	P_{12}	...	P_{1j}	...	P_{1n}	X_1	C_1
2		P_{21}	P_{22}	...	P_{2j}	...	P_{2n}	X_2	C_2
...	
i		P_{i1}	P_{i2}	...	P_{ij}	...	P_{in}	X_i	C_i
...	
m		P_{m1}	P_{m2}	...	P_{mj}	...	P_{mn}	X_m	C_m

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli:

Umumiy chiqindilarni minimallashtirish mezoni quyidagicha yoziladi:

$$\sum_{i=1}^m C_i \cdot X_i \rightarrow \min \quad (1)$$

1) Har bir xildagi detallarni soni rejaga mos bo'lishi shart:

$$\sum_{i=1}^n P_{ij} \cdot X_i = B_j, \quad j = \overline{1, n} \quad (2)$$

2) Qirqilgan material bo‘laklari mavjud material zaxirasidan oshib ketmasligi shart:

$$\sum_{i=1}^m X_i \leq A \quad (3)$$

3) Noma'lum o‘zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$X_i \geq 0. \quad (4)$$

6.3. Tayyor mahsulotlar komplektlarini maksimallashtirish modellari

Masalani iqtisodiy qo‘yilishi quyidagicha. Korxonada bir necha turdagi materiallar mavjud. Ulardan har xil usullar bilan (variantlar bilan) detallar qirqilishi mumkin. Detallar soni noma'lum, lekin ulardan olinadigan komplektlarning soni eng ko‘p bo‘lishi kerak. Har bir komplektga kiradigan detallarni soni aniqlangan.

Belgilashlar kiritamiz:

Z - detallardan tashkil bo‘lgan komplektlarni soni;

A_j - bitta komplektga kiradigan j -detailarning soni.

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli. Optimallik mezon bo‘lib, komplektlarning sonini maksimallashtirish hisoblanadi:

$$Y = Z \rightarrow \max \quad (5)$$

Chegaraviy shartlar:

1) j -xildagi detallarning miqdori komplektlarning doimiy miqdoriga proporsional bo‘lishi kerak:

$$\sum_{i=1}^m P_{ij} \cdot X_i = a_i \cdot Z \quad (6)$$

2) Qirqilgan material bo‘laklarining umumiy miqdori material zaxirasiga teng bo‘lishi kerak:

$$\sum_{i=1}^m X_i = A_i \quad (7)$$

3) O‘zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$X_i \geq 0. \quad (8)$$

Material bo‘laklari bir necha o‘lchamda korxonaga keltirilishi mumkin. Bu holda har bitta o‘lcham bo‘yicha alohida qirqilish variantlari tuzilishi kerak. Har bitta o‘lcham bo‘yicha material bo‘laklari sarflanishiga chegara qo‘yiladi.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

l - o‘lchamlar indeksi;

p - o‘lchamlar miqdori;

P_{ijl} - l -o‘lchamlardan i -variant bo‘yicha qirqilgan j -detallarning soni;

X_{il} - l -o‘lchamlardan i -variant bo‘yicha qirqilgan material bo‘laklarining soni;

B_j - j -detalga bo‘lgan talab;

A_l - l -o‘lchamlardagi material bo‘laklarining soni;

C_{il} - l -o‘lchamdagi i -variant bo‘yicha qirqilganda chiqadigan chiqindining miqdori.

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli.

Maqsad funksiyasi: Umumiy chiqindilar minimallashtirilsin:

$$F = \sum_{l=1}^r \sum_{i=1}^m C_{il} \cdot X_{il} \rightarrow \min \quad (9)$$

Chegaralovchi shartlar tizimi quyidagilardan iborat:

1) Barcha o‘lchamlar bo‘yicha qirqilgan detallarning soni ishlab chiqarish dasturiga mos bo‘lish kerak:

$$\sum_{l=1}^r \sum_{i=1}^m P_{ijl} \cdot X_{il} \geq B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (10)$$

2) Qirqilgan o‘lchamlardagi material bo‘laklari mavjud material zaxiralaridan oshib ketmaslik sharti:

$$\sum_{i=1}^m X_{il} \leq A_l, \quad (l = \overline{1, r}) \quad (11)$$

3) O‘zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$X_i \geq 0. \quad (12)$$

6.4. Xomashyo va materiallardan foydalanishning boshqa masalalari

Dieta masalasi. Ozuqa ratsioni masalasida, qishloq xo'jalik chorvachilik korxonalarida n xil ozuqa bo'lib, ulardan har biri m turdagi to'yimli moddaga ega. Ma'lumki, birinchi ozuqaning bir-birligi a_{11} birinchi to'yimli moddaga, a_{21} ikkinchi to'yimli moddaga va hokazoga ega; ikkinchi ozuqaning bir-birligi a_{12} birinchi moddaga, a_{22} ikkinchi moddaga ega va h.k. Umumiy holda j -nomerli bir-birlik ozuqada i -nomerli a_{ij} birlik modda bor (demak, koeffitsientning birinchi indeksi to'yimli moddaning nomeri, ikkinchisi esa ozuqaning nomerini bildiradi). Keltirilgan texnologik koeffitsientlar kimyoviy yoki boshqa tahlillar natijasida aniqlanadi.

Endi b_i ($i = 1, 2, \dots, m$) orqali har bir to'yimli moddaning miqdorini belgilaymiz. b_i chorva mollarining olishi lozim bo'lgan minimal miqdordagi i -nomerli to'yimli modda. j -nomerli ozuqaning narxini c_j ($j = 1, 2, \dots, n$) orqali belgilaymiz. c_j miqdorlar ma'lum hisoblanadi.

Ozuqa ratsionini tuzish masalasining maqsadi shuki, shunday x ratsionni (chorva mollarini oziqlantirish rejasi) topish kerakki, u barcha chegaraviy shartlarni to'liq qanoatlantirsin va funksional eng kichik qiymatga ega bo'lsin.

Masalaning matematik modeli, ya'ni maqsad funksiya z , izlanayotgan miqdorlar x_j lar orqali quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_j x_j + \dots + c_n x_n = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

Chegaraviy shartlar tizimi esa,

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2 \\ \dots \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n \geq b_i \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \end{cases}$$

bo'lsin va

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_j \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

ya'ni, noma'lum x_j larning shunday qiymatlarini topish kerakki, ular barcha chegaraviy shartlar tizimini qanoatlantirib, z funksionalga eng kichik qiymat bersin.

Aralashmalarni optimallashtirish masalalari. Aralashmalar to'g'risidagi masala - bu shunday masalaki, unda ma'lum miqdoriy va sifat xarakteristikalariga ega bo'lgan, turli xil xomashyo turlaridan tayyorlanishi lozim bo'lgan aralashmaning optimal tarkibini aniqlashdan iborat. Ushbu masala kimyo, metallurgiya va oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi.

Oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishda to'yimli elementlarning zarur miqdoriga ega bo'lgan pirovard mahsulotlarni olish maqsadida, turli xildagi xomashyolar va materiallar aralashtiriladilar. Demak, konditer mahsulotlarini ishlab chiqarishda ma'lum aralashmalarni olish uchun shakar, melassa, un, kakao, yong'och, yog', tuxum va boshqalarni aralashtiradilar; muzqaymoq ishlab chiqarishda esa - sut, shakar, yog' va boshqa komponentlarni aralashtiradilar va h.k.

Aralashmalar masalasini tuzish uchun quyidagi axborotlar zarur:

- aniqlanadigan aralashma tarkibiga kirishi mumkin bo'lgan turli xildagi xomashyo va materiallarning ro'yxati;
- har bir turdagi xomashyoning sifat xarakteristikalari, ya'ni hisobga olinadigan to'yimli elementlarning tarkibi va boshqa xarakteristikalari;
- to'yimli moddalar tarkibi nuqtai nazaridan aniqlanadigan aralashmaga bo'lgan talablar va boshqa xarakteristikalar;
- har bir turdagi ishlatilayotgan xomashyo birligining qiymati;
- izlanayotgan aralashmada har bir turdagi xomashyoning nisbati yoki mumkin bo'lgan chegaralari;
- har bir turdagi xomashyoning mavjudligi.

Masala. Faraz qilaylik, korxonada 30% dan kam bo'lmagan oqsilli, 20% dan ko'p bo'lmagan yog'ga ega bo'lgan va 40% li uglevodga ega bo'lgan mahsulotni ishlab chiqarish uchun uch turdagi xomashyodan foydalanishi mumkin. Har bir turdagi xomashyoda to'yimli moddalar mavjudligi quyidagi 2-jadvalda keltirilgan.

To'yimli moddalarning tarkibi (foizlarda) va bir birlik xomashyoning narxi, (so'm)

To'yimli moddalar	Xomashyo turlari		
	M_1	M_2	M_3
Oqsillar	30	10	55
Yog'lar	15	20	24
Uglevodlar	45	60	10
Bir birlik xomashyo bahosi, so'm	300	200	500

x_1 , x_2 va x_3 orqali har bir xomashyodagi mahsulot tarkibiga kiritilishining mos ravishda qidirilayotgan ulushini belgilaymiz. Bunda masalani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin: $f(x)$ minimal bo'lishi uchun x_1 , x_2 va x_3 ning qidirilayotgan qiymatlarini topish zarur.

$$F \Leftarrow 300x_1 + 200x_2 + 500x_3 \rightarrow \min$$

quyidagi shartlarga rioya qilish zarur:

1) ishlab chiqarilayotgan mahsulotda 30% dan kam bo'lmagan oqsilning mavjudligi:

$$0,3x_1 + 0,1x_2 + 0,55x_3 \geq 0,3;$$

2) ishlab chiqarilayotgan mahsulotda 20% dan ko'p bo'lmagan yog'larning mavjudligi:

$$0,15x_1 + 0,2x_2 + 0,24x_3 \leq 0,2;$$

3) ishlab chiqarilayotgan mahsulotda 40% li uglevodlarning mavjudligi:

$$0,45x_1 + 0,6x_2 + 0,1x_3 = 0,4;$$

4) bir birlik mahsulotni olish:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1;$$

5) o'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

Keltirilgan masala oddiy chiziqli dasturlash masalasi bo'lib, uning yechimi izlanayotgan mahsulotning bir-birligini ishlab chiqarishda har bir turdagi xomashyoning qatnashishi ulushini hamda mahsulotni ishlab chiqarishni minimal qiymatini ta'minlashni aniqlaydi. Bunday masala simpleks usuli bilan, simpleks jadvallarida yoki kompyuterda maxsus dasturlar orqali yechilishi mumkin.

Masalani yechish natijasida quyidagi yechim olindi:

$x_1 = 0,35$; $x_2 = 0,36$; va $x_3 = 0,29$, ya'ni 30% dan kam bo'lmagan oqsilga, 20% dan ko'p bo'lmagan yog'larga va 40% li uglevodga ega bo'lgan bir-birlik yangi mahsulot olish uchun, uning tarkibiga 0,35 birinchi turdagi xomashyo; 0,36 birlik ikkinchi turdagi xomashyo va 0,29 birlik uchinchi turdagi xomashyoni kiritish lozim. Bunda ko'rsatilgan nisbatdagi uch xil xomashyoni aralashtirish yo'li bilan olinadigan yangi mahsulot bir-birligining minimal tannarxi 300 so'm 22 tiyinni tashkil etadi.

Keltirilgan masalada qidirilayotgan yangi mahsulot 3 xil turdagi xomashyoni aralashtirish asosida ishlab chiqariladi. Amalda esa ko'plab istalgan turdagi xomashyo turlari aralashtirilishi mumkin va ularda faqatgina 3 turdagi to'yimli moddalari hisoblanmasdan, balki undan ham ko'p bo'lishi mumkin. Shuning uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

j - har xil turdagi xomashyolar indeksi ($j = 1, 2, \dots, n$);

n - qidirilayotgan yangi mahsulot tarkibiga kirishi mumkin bo'lgan barcha turdagi xomashyolar miqdori;

i - aniqlanayotgan aralashma va har bir turdagi xomashyoda hisobga olinadigan turli xil ingredientlar (to'yimli moddalar) indeksi ($i = 1, 2, \dots, m$);

m - hisobga olinadigan turli xil turdagi ingredientlar soni;

a_{ij} - j -turdagi xomashyoning bir-birligida i -ingredientning miqdori;

b_i - qidirilayotgan mahsulot bir-birligida i -turdagi ingredientning talab qilingan miqdori;

x_j - yangi mahsulotning bir-birligi tarkibiga kiritiladigan j -turdagi xomashyoning qidirilayotgan miqdori;

c_j - j -turdagi bir-birlik xomashyoning qiymati.

Qabul qilingan belgilashlarni hisobga olib, qidirilayotgan aralashmani (qidirilayotgan bir-birlik yangi mahsulot hisobida) optimallashtiri masalasining iqtisodiy-matematik modelini yozamiz:

$\Pi = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ aralashmaning optimal tarkibi topilsin, buning uchun

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

quyidagi shartlar bajarilsin:

1) qidirilayotgan aralashmada talab qilinadigan ingredientlar mavjudligi:

a) minimal chegara bo'yicha

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i ;$$

b) maksimal chegara bo'yicha

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i ;$$

v) berilgan miqdorda

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m ;$$

2) bir birlik aralashmani tuzish:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1 ;$$

3) o'zgaruvchilarning manfiy bo'lmaslik sharti:

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n ;$$

Masalani keltirilgan model bo'yicha yechishda qidirilayotgan bir-birlik aralashmada har bir turdagi xomashyoning ulushi topiladi.

Ko'pchilik hollarda mavjud turdagi xomashyolar bo'yicha chegaralar beriladi, ulardan talab qilingan hajmda yangi mahsulot (qidirilayotgan aralashma) ishlab chiqariladi. α_j orqali j -turdagi xomashyoning hajmini, A orqali esa pastki chegara bo'yicha chegaralarda beriladigan yangi mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoj, y orqali esa turli xil xomashyolar aralashmasidan ishlab chiqarilgan yangi mahsulotning qidirilayotgan hajmini, x_j orqali esa, yangi mahsulot tarkibiga kiruvchi j -turdagi xomashyoning qidirilayotgan miqdorini belgilaymiz. Qabul qilingan belgilashlar va yangi shartlarni hisobga olgan holda optimallashtirish masalasining iqtisodiy-matematik modelini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\Pi = \sum_{j=1}^n \alpha_j x_j, \quad y \text{ topilsin, buning uchun}$$

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$$

Quyidagi shartlar bajarilsin:

1) qidirilayotgan aralashmada turli xil ingredientlarning mavjudligi:

a) minimal chegara bo'yicha

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - b_i \cdot y \geq 0;$$

b) maksimal chegara bo'yicha

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - b_i \cdot y \leq 0;$$

v) berilgan miqdorda

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - b_i \cdot y = 0, \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

2) yangi mahsulotni ishlab chiqarish balanslari:

$$\sum_{j=1}^n x_j - y = 0;$$

3) har bir turdagi xomashyodan foydalanish bo'yicha chegaraviy shart:

$$x_j \leq d_j, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

4) yangi mahsulotni ishlab chiqarish hajmi bo'yicha chegaraviy shart:

$$y \geq A;$$

3) o'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti:

$$x_j \geq 0, \quad y \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Oxirgi modelni murakkablashtirish mumkin. Birinchidan, mavjud turdagi xomashyolardan bir vaqtning o'zida aralashirilgandan keyin, bir emas, balki bir necha yangi mahsulotlar ishlab chiqarish mumkin. Har bir turdagi xomashyo hajmlarining chegaralanganligini hisobga olib, har bir yangi mahsulot tarkibi yagona masalada optimallashtirilishi mumkin. Ikkinchidan, model turli xil shartlar bilan to'ldirilishi mumkin.

Shuni aytish kerakki, korxonalarda sanoat materiallaridan optimal foydalanish, korxonaning barcha ishlab chiqarish va moliyaviy ko'rsatkichlarini yaxshilashga olib keladi.

Nazorat savollari

1. Korxonalarda jihozlardan optimal foydalanish zarurligini tushuntirib bering.
2. Optimal qirqish masalasini izohlab bering.
3. Qirqish qaysi mezonlar asosida amalga oshiriladi?
4. Minimal chiqindi mezon bo'yicha tuzidgan masalani tushuntirib bering.
5. Maksimal komplekt masalasini tuzishni tushuntirib bering.
6. Minimal chiqindi va maksimal komplekt masalasini qaysi usullar va modellar asosida tuzish mumkin?
7. Assortiment masalasi deb nimaga aytiladi?
8. Assortiment masalasining iqtisodiy-matematik modelini tushuntirib bering.
9. Assortiment masalasida optimal yechim tahlilini tushuntiring.
10. Assortiment masalasidan foydalanish sohalarini izohlab bering.

VII bob. IQTISODIY SUB'EKTLAR O'RTASIDA XO'JALIK ALOQALARINI OPTIMALLASHTIRISH MODELLARI

7.1. Transport masalasining iqtisodiy mohiyati.

7.2. Transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli.

7.3. Ko'p bosqichli transport masalasining iqtisodiy mohiyati.

7.4. Ko'p bosqichli transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli.

7.1. Transport masalasining iqtisodiy mohiyati

Faraz qilaylik, bir necha ishlab chiqarish korxonalarida bir xil mahsulot zaxiralari mavjud. Ularni iste'molchilarga yetkazib berish zarur. Har bir ishlab chiqarish korxonasi taklif qiladigan mahsulotlar hajmi, iste'molchilarning talablari hajmi, har bir ishlab chiqaruvchidan har bir iste'molchiga bir-birlik mahsulot tashish uchun sarflanadigan transport xarajatlari ma'lum.

Ishlab chiqaruvchilar va iste'molchilar orasida shunday optimal xo'jalik aloqalarni aniqlash kerakki, natijada iste'molchilarning mahsulotlarga bo'lgan talabi, ishlab chiqaruvchilarning imkoniyatiga qarab to'liq qondirilsin va mahsulotlarni tashishga sarflanadigan umumiy transport xarajatlari eng kam bo'lsin.

Yuqoridagi masalani yechilishida transport modelidan foydalaniladi. Transport modeli mahsulot turiga ko'ra bir mahsulotli va ko'p mahsulotli transport modellariga bo'linadi.

Ko'p mahsulotli transport modeli o'z o'rnida o'zaro almashinuvchi va o'zaro almashishi mumkin bo'lmagan mahsulotlar uchun alohida tuziladi. Agar tovarlar o'zaro almashinuvchi bo'lsa, bu holda ularni shartli mahsulotga keltirib, oddiy, bir mahsulotli transport masalasi usullari bilan yechish mumkin. Masalan sut, sut mahsulotlarni tashish bo'yicha.

Mahsulotlarni iste'molchilarga yetkazib berishdan avval, qayta ishlash jarayonidan o'tishi zarur bo'lsa, bu holda ko'p bosqichli transport masalasi hosil bo'ladi va xususiy usullar bilan yechiladi.

O'rganilayotgan davrga ko'ra statik va dinamik transport masalalari mavjud. Dinamik transport masalasini matritsaviy modeli blok shaklida tuzilib, vaqt omilini e'tiborga oladi.

Ba'zi masalalarda transport xarajatlaridan tashqari ishlab chiqarish xarajatlari ham e'tiborga olinadi. Bu holda ishlab chiqarish transport masalasi hosil bo'ladi.

Iqtisodiyotda iste'molchilarni ishlab chiqaruvchilar bilan optimal biriktirishning asosiy matematik modeli bo'lib, chiziqli dasturlashning transport masalasi hisoblanadi va umumiy holda quyidagicha ta'riflanadi: m ta ishlab chiqarish punktlarida A_1, A_2, \dots, A_m miqdorda bir xildagi mahsulotlar ishlab chiqarish tashkil etilgan. Bu mahsulotlarni n ta punktlarda joylashgan iste'molchilarga B_1, B_2, \dots, B_n miqdorda yetkazib berish kerak. Ishlab chiqaruvchilar va iste'molchilar o'rtasida mahsulotni tashish xarajatlari c_{ij} ma'lum deb qabul qilinadi va transport xarajatlari matritsasi $C = (c_{ij})$ ni tashkil qiladi

Masalaning maqsadi – iste'molchilarni ishlab chiqaruvchilarga shunday biriktirish rejasini tuzish kerakki, natijada A_i ishlab chiqaruvchi punktlarda taklif qilinayotgan mahsulotlar B_j iste'mol punktlaridagi iste'molchilar talablariga mos ravishda tashilsin va bunda umumiy transport xarajatlari miqdori minimal bo'lsin.

7.2. Transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli

Transport masalasini matritsaviy modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i - ishlab chiqarish korxonalar indeksini, $(i = \overline{1, m})$;

j - iste'molchi korxonalar indeksini, $(j = \overline{1, n})$;

A_i - i -ishlab chiqarish punktdagi mahsulot zaxirasi;

B_j - j -iste'mol punktdagi mahsulotga bo'lgan talab hajmi;

t_{ij} - i -ishlab chiqarish korxonasidan j -iste'mol punktiga bir-birlik mahsulotni tashish uchun ketgan transport xarajatlari;

X_{ij} - i -ishlab chiqarish korxonasidan j -iste'mol punktiga tashilishi kerak bo'lgan yukning izlanayotgan hajmi.

Transport masalasining matritsaviy modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

1-jadval.

Transport masalasining matritsaviy modeli

$i \backslash j$	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n
A_1	t_{11} X_{11}	t_{12} X_{12}	...	t_{1j} X_{1j}	...	t_{1n} X_{1n}
A_2	t_{21} X_{21}	t_{22} X_{22}	...	t_{2j} X_{2j}	...	t_{2n} X_{2n}
...
A_i	t_{i1} X_{i1}	t_{i2} X_{i2}	...	t_{ij} X_{ij}	...	t_{in} X_{in}
...
A_m	t_{m1} X_{m1}	t_{m2} X_{m2}	...	t_{mj} X_{mj}	...	t_{mn} X_{mn}

Masalani matematik modeli. Umumiy transport xarajatlari minimal bo'lsin:

$$F = \sum_i \sum_j t_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

Chegaraviy shartlar tizimi:

1. Ishlab chiqarish korxonalaridan tashilishi kerak bo'lgan mahsulotlar (yuklar) hajmi korxonaning quvvatlaridan oshib ketmasin:

$$\sum_j X_{ij} \leq A_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (2)$$

2. Iste'molchilarning mahsulotlarga (yuklarga) bo'lgan talablari to'liq qondirilsin:

$$\sum_i X_{ij} = B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

3. Agar ta'minotchilarni umumiy quvvati iste'molchilarni umumiy talabiga teng bo'lsa 1) va 2) shartlar kat'iy tenglik ko'rinishida beriladi va yopiq transport masalasi hosil bo'ladi.

Ayrim hollarda bunday muvozanat hosil bo'lmasligi mumkin, bu holda transport masalasining ochiq modeli tuziladi.

$$\sum_i A_i < \sum_j B_j$$

$$\sum_i A_i > \sum_j B_j$$

Ochiq turdagi transport masalasi modelini yopiq holga keltirish uchun fiktiv ta'minotchi yoki fiktiv iste'molchi kiritiladi.

Agar

$$\sum_i A_i > \sum_j B_j \quad \sum_i A_i = \sum_j B_j + B^{\text{fiktiv}},$$

$$\sum_i A_i < \sum_j B_j \quad \sum_i A_i + A^{\text{fiktiv}} = \sum_j B_j.$$

Yopiq holga keltirilgan transport masalasi modelini ma'lum usullar bilan yechish mumkin (potentsiallar usuli, Brudno usuli va boshqalar).

Transport masalasida optimal baholarning qo'llanishi. Transport masalasida 3 xil ikkilamchi baholar mavjud.

1) U_i - potentsiali ishlab chiqarish korxonalarini baholaydi.

2) V_j - potentsiali iste'mol talabini baholaydi.

3) V_j - potentsiali xo'jalik aloqalarni baholaydi. Agar optimal yechimga kirmagan aloqalar qo'llansa, umumiy xarajatlar har bir mahsulot birligining miqdoriga oshadi.

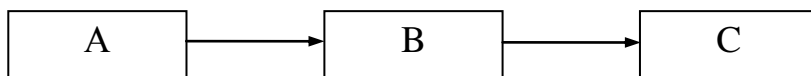
$\Delta_{ij} = U_i + V_j - t_{ij}$ - potentsiali ishlab chiqarish korxonasi quvvati bir-birlikka o'zgarsa, umumiy transport xarajatlari qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. U_i - manfiy bo'lsa kamayadi, U_i - musbat bo'lsa ko'payadi.

V_j - potentsiali talab hajmi bir-birlikka o'zgarsa, umumiy xarajat qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. Manfiy bo'lsa kamayadi, musbat bo'lsa oshadi.

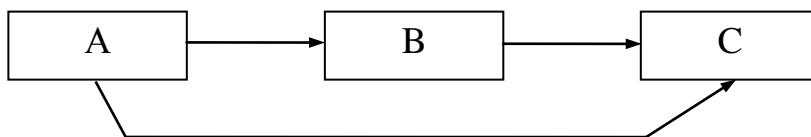
7.3. Ko'p bosqichli transport masalasining iqtisodiy mohiyati

Ko'p bosqichli transport masalalari savdo korxonalarining joylashishi va rivojlanishi turidagi muammolar, transport masalalarini yechish jarayonida vujudga keladi. Agar yuk bir xil bo'lsa va o'zining yo'lida bir necha bosqichni bosib o'tsa, masalan, yuk ta'minotchidan bazaga yuborilsa va u yerdan iste'molchilarga bo'lib berilsa, bunday masala ko'p bosqichli deb yuritiladi. Bunday masalalarni yechishda ikki holat yuz berishi mumkin:

1) Yuk, albatta ta'minotchidan bazaga yuborilgan va u erdan iste'molchilar o'rtasida taqsimlangan bo'lishi lozim. Bu xil masalaning chizmasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



2) Yuk ta'minotchidan to'g'ri iste'molchilarga, shuningdek, baza yoki qayta ishlash punktlari orqali yuborilishi mumkin. Bu xil masalaning chizmasi quyidagi ko'rinishga ega:



1 va 2 xildagi masalalar tekshirilayotgan obyektning aniq qo'yilishida kelib chiqadi.

Masalan, 1 xildagi masala metallurgiya mahsulotlarini taqsimlashda, 2 xildagi masala esa qishloq xo'jaligida har xil yuklar jo'natilganda (sabzavot, don va boshqa xil qishloq xo'jaligi mahsulotlari) qo'llanishi mumkin:

7.4. Ko'p bosqichli transport masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modeli

Masalaning iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i – ta'minotchilar joylashgan punktlar ($i=1,2,\dots,m$);

A_i – i -nomerli ta'minotchidagi mavjud yukning miqdori;

j - bazaning quvvati yoki yuk qabul qilish qobiliyati;

B_j – j -nomerli ta'minotchidan (j -nomerli baza yoki qayta ishlash korxonalariga) mahsulot bir-birligini tashishda bo'ladigan transport xarajatlari;

C_{ij} – i -iste'molchilar joylashgan punktlarning nomeri baza yoki qayta ishlash korxonalariga mahsulot bir-birligini tashishda bo'ladigan transport xarajatlari;

K – iste'molchilar joylashgan punktlarining nomeri ($K=1,2,\dots,R$):

D_k – k -nomerli iste'molchining iste'mol talabi hajmi;

$C_{jk}^{(3)}$ – j -nomerli bazadan k -nomerli iste'molchiga mahsulot birligini tashishda qilinadigan transport xarajatlari;

$X_{ij}^{(1)}$ – i -nomerli ta'minotchidan j -nomerli qayta ishlash punktiga jo'natilgan yukning hajmi;

$X_{jk}^{(3)}$ – j -nomerli bazadan k -nomerli iste'molchiga jo'natilgan yukning hajmi;

X_j – j -nomerli qayta ishlash korxonalarining foydalanilmagan quvvati.

Masalaning matritsaviy modeli 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Ko'p bosqichli transport masalasining matritsaviy modeli

	B_1	...	B_j	...	B_n	D_1	...	D_k	...	D_R
A_1	$X_{11}^{(1)}C_{11}^{(1)}$	...	$X_{1j}^{(1)}C_{1j}^{(1)}$	...	$X_{1n}^{(1)}C_{1n}^{(1)}$		...		...
...
A_i	$X_{i1}^{(1)}C_{i1}^{(1)}$	...	$X_{ij}^{(1)}C_{ij}^{(1)}$	...	$X_{in}^{(1)}C_{in}^{(1)}$		...		...
...
A_m	$X_{m1}^{(1)}C_{m1}^{(1)}$	...	$X_{mj}^{(1)}C_{mj}^{(1)}$	...	$X_{mn}^{(1)}C_{mn}^{(1)}$		...		...
B_1	X_1^0$	...		...		X_{11}^{(3)}C_{11}^{(3)}$	...	$X_{1k}^{(3)}C_{1k}^{(3)}$	...	$X_{1R}^{(3)}C_{1R}^{(3)}$
...
B_j		...	X_j^0	...		$X_{j1}^{(3)}C_{j1}^{(3)}$	...	$X_{jk}^{(3)}C_{jk}^{(3)}$	...	$X_{jR}^{(3)}C_{jR}^{(3)}$
...
B_n		...		...	X_n^0	$X_{n1}^{(3)}C_{n1}^{(3)}$	...	$X_{nk}^{(3)}C_{nk}^{(3)}$	...	$X_{nR}^{(3)}C_{nR}^{(3)}$

Masalaning matematik modeli:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}^{(1)} = A_i (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

- ta'minotchidagi mavjud hamma yuk bazalarga yuborilishi shart;

$$\sum_{k=1}^R X_{jk}^{(3)} + X_j^0 = B_j (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

- har bir bazadagi yuk hamma iste'molchilar o'rtasida taqsimlanadi va foydalanilmagan bazalarning qabul qilish qobiliyati summasi har bir bazaning yuk qabul qilish qobiliyatini tashkil qiladi;

$$\sum_{i=1}^m X_{ij}^{(1)} + X_j^0 = B_j (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

- bazaning yuk qabul qilish qobiliyatiga keltirilgan yuk hajmi va foydalanilmagan har bir bazaning yuk qabul qilish qobiliyatining yig'indisiga teng;

$$\sum_{j=1}^n X_{jk} = D_k \quad (k = \overline{1, R}) \quad (4)$$

- har bir iste'molchining talabi qondirilgan bo'lishi shart;

$$X_{ij}^{(1)} \geq 0; \quad X_{jk}^{(3)} \geq 0 \quad (5)$$

- keltirilgan yukning hajmi manfiy son bo'lmasligi shart;

$$X_j^0 \geq 0 \quad (6)$$

- bazaning foydalanilmagan quvvati manfiy son bo'lmasligi shart.

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{(1)} X_{ij}^{(1)} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^R C_{jk}^{(3)} X_{jk}^{(3)} \rightarrow \min \quad (7)$$

Masalaning maqsadi – transport xarajatlarini minimallashtirish. Masala yechimga ega bo'lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

$$\sum_{j=1}^n B_j \geq \sum_{k=1}^R D_k \quad (8)$$

Hamma bazalarning quvvati iste'molchilardagi mavjud yuk hajmidan kam bo'lmasligi shart.

$$\sum_{j=1}^n B_j \geq \sum_{i=1}^m A_i \quad (9)$$

Hamma bazalarning yuk qabul qilish qobiliyati ta'minotchilarnikidan kam bo'lmasligi shart.

Nazorat savollari

1. Milliy iqtisodiyotda yuklarni tashishning iqtisodiy ma'nosi va ahamiyatini tushuntirib bering.
2. Transport masalasining zarurligi va yuklarni tashish sxemalarini tushuntirib bering.
3. Transport masalasining tuzilishi va matritsaviy modelini izohlab bering.
4. Transport masalasining iqtisodiy-matematik modeli qanday shartlardan iborat?
5. Ochiq transport masalasi qanday qilib yopiq transport masalasiga aylantiriladi?

6. "Fiktiv" iste'molchi va "fiktiv" ta'minotchi iboralarining iqtisodiy ma'nosini tushuntirib bering.
7. Transport masalalarini yechish usullariga ta'rif bering. Masalan, shimoliy-g'arb burchak usuli, potensiallar usuli va boshqalar.
8. Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirishda transport modellaridan qanday foydalanish mumkin?
9. Bir-birini o'rnini bosa oladigan jihozlarni yuklashda transport masalasi modelidan foydalanish mumkinmi? Izohlab bering.
10. Ko'p bosqichli transport masalasini yechishga sabab nimada?
11. Ko'p bosqichli transport masalasining matematik modelini tushuntirib bering.
12. Ko'p bosqichli transport masalasini yechishning ikkinchi holini tushuntirib bering.

VIII bob. ISHLAB CHIQRISHNI JOYLASHTIRISH VA RIVOJLANTIRISH MODELLARI

8.1. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining qo‘yilishi va matematik modeli.

8.2. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modelini tuzish.

8.3. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirishning ko‘p bosqichli masalasi qo‘yilishida turli mezonli ko‘rsatkichlardan foydalanish.

8.1. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining qo‘yilishi va matematik modeli

Rivojlanishning optimal rejasini topishda, korxonalarni rekonstruktsiya qilish va joylashtirishda, ularning quvvati bilan bog‘liq bo‘lgan bir butun kompleks masalalarni yechishda ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirishning eng oddiy masalalaridan biri, transport yoki ishlab chiqarish transport (variantsiz) masalasi xizmat qiladi. Bu masalalar xomashyo manbalarining quvvati o‘sib va mavjud kanallarning quvvati umumiy xomashyo zaxiralarini qondirmagan hollarda vujudga keladi.

Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalasi 2 xil ko‘rinishda bo‘lishi mumkin:

- 1) transport masalasi ko‘rinishda;
- 2) ishlab chiqarish transport masalasi ko‘rinishida.

Transport masalalarida faqat transport xarajatlari hisobga olinadi, ishlab chiqarish xarajatlari esa hisobga olinmaydi, chunki bu xarajatlar transport xarajatlariga nisbatan umumiy xarajatlarda kamroq qismini tashkil qiladi. Agar ishlab chiqarish xarajatlari transport xarajatlaridan ko‘proq bo‘lsa, masala ishlab chiqarish masalasi deb ko‘rib chiqiladi. Agar transport va ishlab chiqarish xarajatlari ishlab chiqarishning rivojlanishi va joylashishiga bir xilda ta‘sir ko‘rsatsa, u holda masala ishlab chiqarish transport masalasi deb qo‘yiladi.

I. Ishlab chiqarishning rivojlanishi va joylashishi transport masalasi. Masalaning iqtisodiy qo'yilishi shundan iboratki, bunda berilgan xomashyo hajmiga ega bo'lgan xomashyo punktlari bo'yicha qayta ishlash korxonalarining joylashishini optimal sxemasini tuzamiz. (Umumiy xomashyo zaxiralari - mavjud qayta ishlash korxonalarining quvvatidan ortiq bo'ladi).

Transport masalasining belgilari:

Xomashyoning umumiy zaxiralari A_i ga teng, mavjud qayta ishlash korxonalarining umumiy zaxiralari V_j ga teng bo'lsa, unda quyidagi shartlar bajariladi:

$$\sum_{i=1}^m A_i > \sum_{j=1}^n B_j .$$

Agar transport xarajatlari $t_{ij} = C_{ij}$ bo'lsa, unda masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

Masalaning chiziqli shartlari:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} < A_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (4)$$

Qo'shimcha iste'molchi zaruriy qo'shimcha quvvat kiritilishini ko'rsatadi, chunki masala variantsiz qo'yilgani uchun, bu erda har xil variantlarni tanlashga hojat bo'lmaydi.

II. Ishlab chiqarish transport masala (variantsiz). Bu masalalar uchun ishlab chiqarish ham transport xarajatlarning hisobini olib borish xarakterli hisoblanadi. Xuddi I-holdagiga o'xshab xomashyoning umumiy zaxiralari A_i ga teng va mavjud qayta ishlash korxonalarining umumiy quvvati V_j ga teng bo'ladi.

Ishlab chiqarish transport xarajatlari quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_{ij} = t_{ij} + C_i .$$

bu yerda: C_i - i -punktdagi mahsulot birligini ishlab chiqarish uchun qilinadigan ishlab chiqarish xarajatlari;

C_{ij} - i -punktdagi mahsulot ishlab chiqarish va j -punktdagi transportirovka qilish bilan bog'liq bo'lgan transport xarajatlari;

t_{ij} - i -punktdan j -iste'molchiga yuborilgan mahsulot birligiga qilinadigan transport xarajatlari.

Kapital mablag'larning hisobi bunga kirmaydi.

Bundan tashqari ishlab chiqarish transport xarajatlari kapital mablag'larining hisobi bilan aniqlanadi:

$$C_{ij} = t_{ij} + C_i + E \cdot K_i,$$

bu yerda: E – normativ koeffitsient (kapital mablag'lari samaradorligining normativ koeffitsienti);

K_i - i -punktdagi mahsulot birligiga ajratilgan kapital mablag'lar.

Masalaning matematik modeli quyidagicha bo'ladi:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

Masalaning chiziqli shartlari:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} < A_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

$$x_{ij} = 0 \quad (4)$$

Ishlab chiqarish transport masalasi (variantli). Ishlab chiqarishning rivojlantirish va joylashtirish masalasi ba'zi punktlarda ishlab chiqarish korxonalarining qurilishi mumkinligi bir necha variantlarni tekshirib chiqishni ko'zda tutadi. Yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan variantlar texnik-iqtisodiy tekshirish yordami bilan aniqlanadi. Faqat shundan keyingina ko'rsatilgan variantlardan u yoki bu variantni tanlash mumkinligi to'g'risidagi masala hal qilinishi mumkin. Shunday qilib, masalaning iqtisodiy qo'yilishi quyidagilardan iborat bo'ladi:

a) Ko'rsatilgan umumiy variantlardan har bir ishlab chiqarish punktda shunday variantni tanlash kerakki, undagi quvvat umuman olingan optimal rejani tashkil

qilsin. Optimallik mezoni - ishlab chiqarish transport xarajatlarining minimumi olinadi. Masalaning matritsaviy modeli uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

i - qurilish mumkin bo'lgan punktlar nomeri ($i = \overline{1, m}$);

j - iste'mol punktlari nomeri ($j = \overline{1, n}$);

r - har bir punktdagi mumkin bo'lgan qurilish nomeri ($r = \overline{1, R}$);

a_i^r - r -variant bo'yicha i -punktdagi korxonalar quvvati;

c_i^r - r -variant bo'yicha i -punktdagi mahsulot bir-birligini ishlab chiqarish

uchun qilingan ishlab chiqarish xarajatlari;

V_j - j -nomerli iste'molchining iste'mol talabi ($j = \overline{1, n}$);

X_{ij} - i -nomerli korxonadan j -nomerli iste'molchiga tashilgan yuk hajmi;

t_{ij} - transport xarajatlari;

x_i^r - r -variantning i -nomerli punktdagi intensivligi (faqat 0 yoki 1 sonlarini qabul qilishi mumkin).

Agar $x_i^r = 0$ bo'lsa, r -variant i -punktning optimal rejasiga kirganini ko'rsatadi.

Masalaning matritsaviy modeli quyidagicha bo'ladi (1-jadval).

1-jadval

Ishlab chiqarishni rivojlantirish va joylashtirish masalasining matritsaviy modeli

I	r	a_i^r	c_i^r	B_i	...	B_j	...	B_n	x_i^r
1	1	a_1^1	c_1^1	t_{11}	...	t_{1j}	...	t_{1n}	x_1^1
	2	a_1^2	c_1^2		...		...		x_1^2

	R_1	a_1^R	c_1^R	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	x_1^R
...
I	1	a_i^1	c_i^1	t_{i1}	...	t_{ij}	...	t_{in}	x_i^1
	2	a_i^2	c_i^2		...		...		x_i^2

	R_i	a_i^R	c_i^R	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{in}	x_i^R
...
M	1	a_m^1	c_m^1	t_{m1}	...	t_{mj}	...	t_{mn}	x_m^1
	2	a_m^2	c_m^2		...		...		x_m^2

	R_m	a_m^R	c_m^R	x_{m1}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	x_m^R

Masalaning maqsad funksiyasi:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i^r c_i^r x_i^r \rightarrow \min$$

Masalaning chiziqli shartlari:

$$\sum_{r=1}^R a_i^r x_i^r \geq \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

- har bir punktdagi qayta ishlash korxonalarining quvvati shu punktdan olib ketilgan mahsulot miqdoridan kam bo'lmazligi shart;

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_i^r x_i^r \geq \sum_{j=1}^n B_j, \quad (i = \overline{1, n}) \quad (2)$$

- barcha korxonalarining umumiy quvvati iste'molchilar talabidan kam bo'lmazligi shart;

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = B_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

- har bir xil mahsulotga iste'molchining talabi to'la qondirilishi shart;

$$x_i^r = 0, \text{ bunda } x_i^r = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad (4)$$

- har bir ishlab chiqarish punktida bittadan ko'p bo'lmagan variant tanlanishi lozim. Tanlangan variant «0» yoki «1» sonlarni qabul qiladi.

$$x_{ij} = 0; \quad x_i^r = 0 \quad (5)$$

- barcha tashiladigan yuklar va intensivlik koeffitsienti manfiy bo'lmazligi shart.

8.2. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirish masalasining matritsaviy va iqtisodiy-matematik modelini tuzish

Tarmoq masalalarining qo'yilishida, ma'lum darajada maqsadning qo'yilishi masalaning mavjud sharoitlarini, konkret sharoit va omillarni optimallik mezonining konkret ko'rsatkichlarini tanlanishini, u yoki bu masalani yechishning model va usullarini aynan aks ettiradi. Masalaning maqsadi qo'yilishining uchta muhim yo'nalishi mavjud:

a) Berilgan resurslar va mehnatning cheklangan miqdorida jamiyat ehtiyojini qondirishni maksimallashtirish;

b) cheklangan resurslar va talablarni qondirish darajasini, yoki sarflanadigan mehnat miqdorini qayd etish bilan sof daromadni maksimallashtirish;

v) cheklangan resurslardagi eng kam mehnat sarflanganida talablarni qondiruvchi qayd qilingan maqsadga erishish.

Hozirgi sharoitda tarmoq masalalari uchun hammadan ko'ra uchinchi ko'rinish to'g'ri keladi.

Ayrim tarmoqlar ishlab chiqarishni joylashtirish va optimal rivojlantirish masalalarini yechishda foydalanadigan iqtisodiy-matematik modellarning bir necha turli tasnifiy belgilari bo'yicha u yoki bu tipga kiritilishi mumkin. Cheklanishlarning turli tiplari bilan bog'liq bo'lgan masalalar uzluksiz o'zgarishli va diskret o'zgarishli masalalar kabi qo'yilishi mumkin. Birinchisi aslida chiziqli masala (variantsiz va variantli) hisoblanadi.

Uzluksiz o'zgarishli variantsiz masalalar faqat obyekt faoliyatining texnik-iqtisodiy xarakteristikasi masalani yechish davomida aniqlanganda ishlatiladi. Bu masalalarda asosiy parametrlar o'zgarishining aniqlangan, optimal ahamiyati ba'zi bir qonunlarga asosan belgilanadigan diapazonlari beriladi.

Diskret o'zgarishli variantli masalalarda variantlar funksiyasining har bir obyektini quvvatini, uzunligini xarajatlarini yig'ib, mumkin bo'lgan pirovard miqdorlarini aniqlashning dastlabki imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Optimal rejaga bunday variantlar butunlay kiradi, yoki umuman chiqarib tashlanadi.

Nomenklatura pozitsiyalarining miqdoriga qarab tarmoq masalalari bir mahsulotli va ko'p mahsulotlarga bo'linadi.

Bitta mahsulot ishlab chiqarish usullari ko'riladigan, bitta resurs uchun ishlatiladigan usullar qo'llashga asoslangan masalalar bir mahsulotlidir.

Ko'p mahsulotlarni ishlab chiqarish usulini ko'riladigan, resurslardan bir vaqtda foydalanib, mahsulot ishlab chiqarishni turli kombinatsiyalarini qo'llashga asoslangan masalalar ko'p mahsulotli masalalar deyiladi. Tarmoq masalalarini tasniflashning muhim belgisi transport va omillarning optimal variant rejasini tanlashga ta'siridir. Transport omilining ahamiyati bo'yicha tarmoq masalalari ishlab chiqaruvchi va transportli ishlab chiqaruvchilarga bo'linadi. Oxirgisi yana bir qancha

tiplarga bo‘linadi. Amalda har qanday ishlab chiqarishning ma’lum darajada aniqlik bilan ko‘p mahsulotli hisoblash mumkin va bunda masala qurilishi va punktni bir modeli sifatida, korxonaning quvvati va u yoki bu mahsulotning optimal ishlab chiqarishga ixtisoslashishda ifodalanadi. Bu masala umumiy ko‘rinishda iste’molchilarning har bir mahsulot turi bo‘yicha ma’lum ehtiyoji va xarajatlarning ishlab chiqarish va yetkazib berish uchun eng kam xarajat qilishga erishish uchun turli ko‘rinishda va turli yo‘nalishda tashish birligiga mos keladigan transport aloqalarining hamma ishlab chiqaruvchi va iste’molchilar uchun va sistemasini aniqlaydi.

Masalani yechish uchun ma’lumotlar.

Indekslar:

i – korxonalarning qulay qurilishi punktlarining nomeri $(i = \overline{1, m})$;

j – mahsulotni iste’mol qilish punktlarining nomeri $(j = \overline{1, n})$;

k – mahsulot turining nomeri $(k = \overline{1, K})$.

O‘zgarmas miqdorlar:

b_{jk} – i -punktdan j -punktga « k » turli mahsulotning bir-birligini tashish uchun ketgan xarajatlar;

B_{jk} – j -punktning « k » mahsulotga ehtiyoji hajmi.

O‘zgaruvchi miqdorlar:

X_{ik} – i -punktdagi « k » turli mahsulotning ishlab chiqarish quvvati;

X_{jk} – i -punktdan j -punktga « k » turli mahsulot tashish hajmi.

$\Delta_{ik}(x_{ik})$ – i -nomerli punktdagi « k » turli mahsulotning bir-birligini ishlab chiqarishga ketgan, ishlab chiqarish hajmi bilan bog‘liq bo‘lgan xarajatlar.

Masalaning iqtisodiy matematik modeli.

Optimallik mezoni – mahsulotlarini ishlab chiqarish va tashish xarajatlarini minimallashtirish hisoblanadi. Demak, maqsad funksiyasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$y = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^K c_{ik}(x_{ik})x_{ik} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K t_{ijk}x_{ijk} \rightarrow \min \quad (1)$$

chegaraviy shartlari:

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq x_{jk} \quad (i = \overline{1, m}; k = \overline{1, K}) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ijk} \leq b_{jk} \quad (j = \overline{1, n}; k = \overline{1, K}) \quad (3)$$

Har punktga har bir mahsulotni olib kelish hajmi ushbu punktning shu mahsulotga bo'lgan ehtiyojiga teng bo'ladi.

$$x_{ik} \geq 0, \quad x_{ijk} \geq 0 \quad (4)$$

O'zgaruvchilarning nomanfiylik sharti.

Bu taxminiy model, bunda har bir tarmoqning konkret masalalarni yechishda aniqlanadigan o'ziga xos xususiyatlari, hamma tarmoqlar uchun umumiy bo'lgan omillar ko'rilmaydi. Hatto bunday abstrakt ko'rinishda masalalar uchun yechimning samarali usulari ishlab chiqilmagan.

Hozirgi vaqtda amalda ko'p mahsulotli masalalarni yechishning 3 yo'li bor: bu ularning variantli ko'rinishda, indeksli masalalar ko'rinishida va tarmoq shaklida qo'yilishidir.

8.3. Ishlab chiqarishni joylashtirish va rivojlantirishning ko'p bosqichli masalasi qo'yilishida turli mezonli ko'rsatkichlardan foydalanish

Masalaning iqtisodiy qo'yilishi. Variantli modellari mohiyatli bo'lib, quvvati va shunga asosan ishlab chiqarish xarajatlari bilan belgilangan ixtisoslikdagi korxonalar qurishda tayyor formallashtirilgan variantlardan foydalaniladi.

Masalada shu narsa so'raladiki, ya'ni jami ishlab chiqarishni rivojlantirish variantlaridan shunday variantni tanlab olish kerakki, bu variant orqali ishlab chiqarish, har bir iste'molchi punktning mahsulotga bo'lgan talabni to'la qondirishi mumkin bo'lsin.

b) Masalani yechish uchun ma'lumotlar:

i – korxonalar qurish mumkin bo'lgan punktning nomeri $(i = \overline{1, m})$;

j – mahsulot iste'mol qiluvchi punktning nomeri $(j = \overline{1, n})$;

k – mahsulot turining nomeri $(k = \overline{1, K})$;

Doimiy ko‘rsatkichlar:

a_{ik}^r – i -punktda joylashgan r -variant bo‘yicha rekonstruktsiya qilingan yoki qurilgan korxonada « k » ni mahsulot ishlab chiqarish hajmi;

c_{ik}^r – ishlab chiqarish xarajatlari i -ishlab chiqarish punktida r -variant bilan « k » turdagi mahsulot ishlab chiqarish xarajatlari;

b_{ijk} – « k » turdagi mahsulotni i -nomerli punktdan j -nomerli punktga tashishda mahsulot birligiga sarflangan transport xarajatlari.

O‘zgaruvchi ko‘rsatkichlar

x_{ijk} – i -nomerli punktdan j -nomerli punktga tashiladigan « k » turdagi yukning hajmi;

x_i^r – ishlab chiqarishning i -punktda korxonada rivojlanishining r -variantdagi foydalanish intensivligi.

O‘zgaruvchi x_i^r ning optimal yechimda ikkita hol bo‘lishi mumkin:

1. Agar $x_i^r = 1$ bo‘lsa, tanlagan variant optimal rejaga kiradi.

2. Agar $x_i^r = 0$ bo‘lsa, variant optimal rejaga kirmaydi.

Izoh. Agar transport xarajatlari tashiladigan yuk « k »ning turiga bog‘liq bo‘lmasa, unda matritsaning hamma bloklarida transport xarajatlari bir xilda bo‘ladi, ya’ni t_{ijk} ning ahamiyati t_{ij} ning ahamiyatidek bo‘ladi.

Masalaning iqtisodiy-matematik modeli. Mahsulotni ishlab chiqarish va tashishdagi xarajatlarni minimumlashtirish optimallik mezoni hisoblanadi.

$$y = \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{r_i} \sum_{k=1}^k c_{ik}^r a_{ik}^r x_i^r + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k t_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min \quad (1)$$

Chegaralovchi shartlar tizimi:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{r_i} a_{ik}^r x_i^r \geq \sum_{j=1}^n b_{jk}, \quad k = \overline{1, K} \quad (2)$$

Har xil turdagi ishlab chiqariladigan mahsulotning umumiy hajmi har bir punktning shu turdagi mahsulotga bo‘lgan talabdan kam emas.

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq \sum_{r=1}^r a_{ik}^r x_i^r, \quad (i = \overline{1, m}; k = \overline{1, k}) \quad (3)$$

Har xil turdagi mahsulotni har qaysi punktdan tashish hajmi, qondiruvchi punktlarda shu mahsulotni ishlab chiqarishga to'g'ri kelmaydi.

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} = b_{jk} \quad (j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, k}) \quad (4)$$

Har qaysi punktga mahsulot tashish hajmi shu punktning mahsulotga bo'lgan talabni qondiradi.

$$\sum_{i=1}^{r_i} x_i^r \leq 1, \quad i = \overline{1, m}; \quad x_i^r = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad (5)$$

tanlangan variantlarning to'liq ko'rsatkichi.

$$x_{ijk} \geq 0; \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, K} \quad (6)$$

mahsulot yetkazib berishning manfiy bo'lmaslik sharti.

Masalaning yechish usuli. Masalaning yechish uchun 2 yo'l ishlab chiqilgan. Birinchi usulda masala 2 bosqichda yechiladi. Avval masala butun sonlilikka qaralmasdan yechiladi. Keyin esa butun sonli bo'lmagan yechim qo'lda maxsus proseduraga asosan butun sonlarga olib boriladi. Bu yo'ldan foydalanish shu vaqtda afzalki, qachonki mahsulotni iste'mol qilish hajmi va nomenklaturasi bo'yicha chegaralanish soni usullar sonidan kam bo'lsa.

Ikkinchi usulda shu narsa ko'riladiki, eng avvalo bunda butun sonli masala yechiladi, ammo bu usul taxminiy hisoblanadi.

Agar eng avval masalada korxonalarni murakkab ichki ishlab chiqarish aloqalari bilan kengaytirish va rekonstruksiya qilish variantlari izlansa, shunda model samaraliroq hisoblanadi.

Bundan keyin variantli modellarni mukammallashtirish iqtisodiy koeffitsientlardan foydalanish asosida bo'lishi mumkin. Bu yerda esa ikkilamchi baholar muhim rol o'ynaydi.

D.M.Kazakevich bu yetishmovchilikni tugatish uchun masalaga obyektiv baholar bilan o'lgangan, maxsus ishlab chiqarilgan transport xarajatlarini kiritishni taklif qilgan.

Ammo buning natijasida olingan mahsulotlardan so'ng esa masalada izlanadigan quvvatni qaytadan aniqlash talab qilinadi. Agar hisobga kiradigan hamma

variantlardan potentsiallar hisoblansa, unda ulardan ko'p qismi «nol» bahosini qabul qiladi (nol bo'ladi). Masala o'ta ochiq bo'lganligi sababli, uning optimal rejasi bo'la olmaydi.

Shunday qilib fiktiv iste'molchi bilan bog'liq bo'lgan hamma varianlar bir xil samaradorlikka ega bo'ladi. Masalada shu narsa ko'zda tutiladiki, ya'ni variantlarda qandaydir nol bo'lmagan baholarga ega bo'lish va ularning yordamida samaradorlikni o'lchash kerak bo'lsin. Mana shu instrument asosida D.M.Kazakevich iqtisodiy koeffitsientlardan foydalanishni taklif qiladi.

Barcha variantlar uchun iqtisodiy koeffitsient «nolsiz» bo'ladi. Shuningdek ishlab chiqarishni rivojlantirishning hamma variantlari har qaysini qabul qiladi. Agar endilikda variantli masala faqatgina ishlab chiqarish xarajatlarini hisobga olibgina yechilmasdan, balki iqtisodiy koeffitsientini ham hisobga olib yechilsa, unda masalaning modelidagi yetishmovchilik tugatiladi. Shuni aytib o'tish kerakki, ya'ni bu usul hozircha yaxshi natija bermoqda.

Masalani yechishning umumiy sxemasi quyidagicha bo'ladi. Avval har qaysi mahsulot bo'yicha ochiq transport ishlab chiqarish masalasi yechilib, variantlarning iqtisodiy koeffitsienti hisoblanadi. Undan keyin esa, to'liq ko'rsatkich bilan chegaralangan umumiy optimal modeli masala yechiladi. Bunda optimallik mezoni iqtisodiy koeffitsient yordamida formallashtiriladi.

Bundan keyin esa har qaysi mahsulot bo'yicha yana transport masalasi yechiladi, ammo endi yopiq masala bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Rivojlanishning optimal rejasi deganda nimani tushunasiz?
2. Korxonalarni rekonstruksiyalash va joylashtirishning iqtisodiy ma'nosini tushuntirib bering.
3. Transport masalasi va ishlab chiqarish transport masalasini tushuntirib bering.
4. Ishlab chiqarish transport masalasini variantli va variantsiz qo'yilishiga sabab nimada deb o'ylaysiz?

5. Qayta ishlash korxonalarining joylashishini optimal sxemasi nimalar asosida tuziladi?
6. Intesivlik koeffitsienti nima va u qachon ishlatiladi?
7. Masalani yechishda qo'llaniladigan tejamkorlik koeffitsienti usulining ma'nosini tushuntirib bering.
8. Diskontlash koeffitsienti nima va uning ma'nosini misollar yordamida tushuntirib bering.
9. Integral xarajatlar qachon qo'llaniladi va uning iqtisodiy ma'nosi nimada?
10. Bir va ko'p mahsulotli masalalarning iqtisodiy ma'nosi va matematik modelini tushuntirib bering.

IX bob. ISTE'MOLCHI TANLOVINI MODELLASHTIRISH

9.1. Iste'molchining tanlash erkinligi.

9.2. Iste'molchi naflik funksiyasini maksimallashtirish.

9.3. Befarqlik egri chiziqlari va byudjet chegarasi.

9.1. Iste'molchining tanlash erkinligi

Iste'molchi tanlovi. Bozor talabining shakllanishi asosida shaxsiy (individual) talab yotadi, ya'ni alohida iste'molchining talabi, har bir shaxs o'zining fiziologik ehtiyojlarini qondirish uchun qandaydir mahsulotdan, qanchadir sotib olishi kerak, sotib olish uchun ma'lum miqdorda mablag'i bo'lishi kerak. Iste'molchining mablag'i chegaralangan. Iste'molchi har doim tanlov oldida turadi: qaysi mahsulotdan qancha olishi kerak? Iste'molchi qaror qabul qilishda, mavjud imkoniyat doirasida maksimal darajada o'z ehtiyojini qondirishga, turmush farovonligini darajasini oshirishga harakat qiladi. Ushbu ehtiyojni qondirish darajasi yoki turmush farovonligi darajasi naflik deyiladi.

Ne'matning nafli - ne'matning inson ehtiyojini qondira olish xususiyatidir. Iste'mol nazariyasida ne'mat - bu iste'molchining ehtiyojini qondira oladigan har qanday iste'mol obyektidir.

Ko'p hollarda ne'matlar yakka tartibda emas, balki majmua tartibda yoki «korzina» bilan iste'mol qilinadi.

Ma'lumki, iste'molchilar ma'lum didga, xohishga ega va ular bu xohish va didlarini qanoatlantirishda byudjetlari (daromadlari) bilan chegaralangan. Bunday holatda ular ne'matlar majmualaridan, maksimal naf keltiradigan majmuani tanlashga harakat qiladi.

Iste'mol nazariyasi quyidagi postulatlariga asoslanadi:

1. Iste'molchilar barcha ne'matlarni klassifikatsiya qiladi va bir-biri bilan solishtira oladi. Boshqacha aytganda, iste'molchi ikkita A va B ne'matlar majmualaridan A majmuani B ga nisbatan ko'proq xohlashi yoki B majmuani A ga

nisbatan ko‘proq xohlashi yoki ikkalasini ham naflik darajasi bir xil deb qarashi mumkin: agar A majmua B majmuaga nisbatan nafliroq bo‘lsa, $A \succ B$. B majmua A ga nisbatan nafliroq bo‘lsa, $B \succ A$. Ikkalasi ham bir xil darajadagi nafga ega bo‘lsa $A = B$.

Shuni ta’kidlash kerakki, bu tanlash majmualar qiymatiga bog‘liq emas. Iste’molchi apelsinni limonga nisbatan ko‘proq xohlashi mumkin, lekin limon arzonroq bo‘lgani uchun, iste’molchi limonni sotib oladi.

2. Iste’molchi xohishi tranzitivdir. Agar iste’molchi A majmuani B ga nisbatan ko‘proq xohlasa va B majmuani C majmuadan ko‘ra ko‘proq xohlasa, unda u A majmuani C majmuaga nisbatan ko‘proq xohlagan bo‘ladi, ya’ni:

$$A \succ B; \quad B \succ C; \quad \Rightarrow A \succ C.$$

3. To‘yinmaslik. Iste’molchi har doim har bir ne’matning kamroq qismidan ko‘ra ko‘proq qismini olishni xohlaydi (bu shart hayotda har doim ham bajarilavermaydi).

9.2. Iste’molchi naflik funksiyasini maksimallashtirish

Naflik funksiyasi. Iste’molchi xatti-harakatini aniqroq tahlil qilish uchun naflik funksiyasidan foydalanamiz. Naflik funksiyasi - iste’molchining iste’mol qiladigan ne’matlar hajmi bilan, u ushbu ne’matlarni iste’mol qilish natijasida oladigan naflik darajasini ifodalaydi.

Bizda qancha ko‘p ne’mat bo‘lsa, qo‘shimcha bir birlik ne’mat qiymati, biz uchun shuncha past bo‘ladi. Demak, ne’matning narxi, uning umumiy nafligiga emas, balki chekli nafliligi bilan belgilanadi. Demak, naflik funksiyasi, naflik darajasini iste’mol qilingan ne’matlar hajmiga bog‘liqligini ifodalaydi:

$$U = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

bu yerda: U - naflik darajasi; x_1, x_2, \dots, x_n - 1, 2, ..., n - ne’matlar hajmi.

Chekli naflik - bu naflik funksiyasidan biror bir ne’mat o‘zgaruvchisi bo‘yicha olingan xususiy hosiladir.

$$MU_i = \frac{\partial U}{\partial X_i},$$

bu yerda: X_i - i -ne' mat miqdori; MU_i - i -ne' mat bo'yicha chekli naflik.

Chekli naflik (MU) - bu biror ne'matdan qo'shimcha bir-birlik iste'mol qilish natijasida (boshqa ne'matlar iste'moli o'zgarmaganda) iste'molchi tomonidan olinadigan qo'shimcha naf.

Odatda, biror-bir ne'matni iste'mol qilish oshganda (boshqa ne'matlar iste'moli hajmi o'zgarmaganda), umumiy naflik o'sadi. Demak, chekli naflik musbat.

$$MU > 0.$$

Lekin, shu bilan birga, biror-bir ne'matdan har bir birlik qo'shimcha iste'mol (boshqa ne'matlar iste'molga hajmi o'zgarmaganda) oldingisiga nisbatan kamroq naf beradi va ne'matning bu xususiyatiga chekli naflikning kamayish qonuni deyiladi.

Befarqlik egri chizig'i - bu iste'molchi uchun bir xil naf beruvchi ne'matlar kombinatsiyalarini ifodalaydi.

Ne'matlarning bir-birini o'rnini bosishi. Ne'matlarning bir-birini o'rnini bosish zonasi deb - bir ne'mat bilan ikkinchi ne'matni samarali almashtirish mumkin bo'lgan oraliqqa aytiladi.

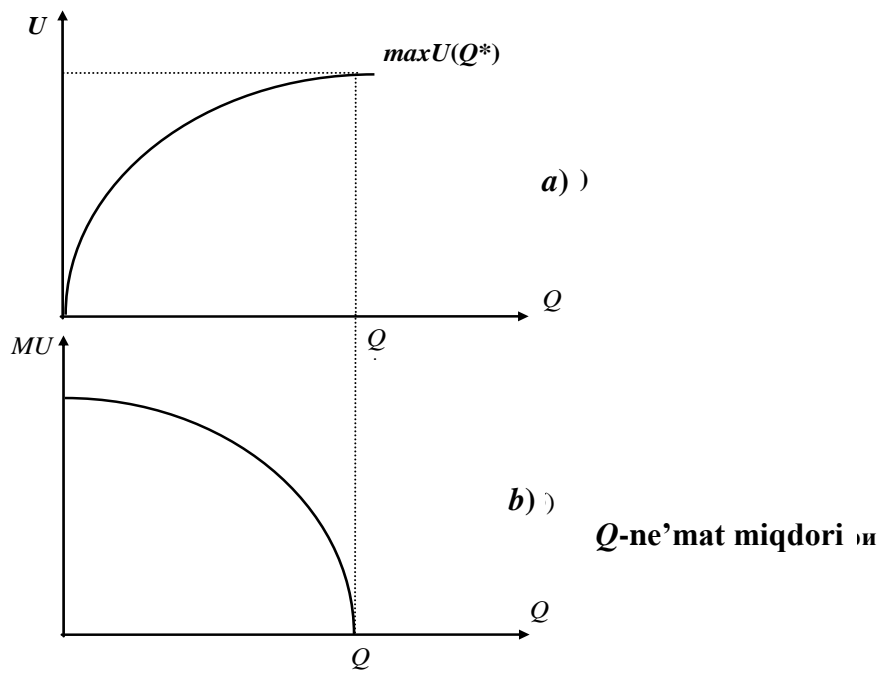
Chekli almashtirish normasi. Befarqlik egri chizig'ining pastga tomon yotiqqligi X_2 ne'matni X_1 ne'mat bilan chekli almashtirish normasini ifodalaydi. Chekli almashtirish normasi odatda MRS_{X_1, X_2} bilan belgilanadi.

Chekli almashtirish normasi MRS_{X_1, X_2} ning miqdori gorizontaal o'q bo'yicha ifodalangan X_1 ne'matning bir-birligi uchun, vertikal o'q bo'yicha ifodalangan X_2 ne'matning qancha miqdoridan voz kechish mumkinligini ko'rsatadi.

9.3. Befarqlik egri chiziqlari va byudjet chegarasi

Byudjet chizig'i. Befarqlik egri chiziqlari bir ne'mat bilan ikkinchi ne'matni almashtirish mumkinligini ko'rsatadi, xolos. Lekin, ular iste'molchi uchun qaysi tovarlar majmuasi ko'proq nafliroqligini ko'rsata olmaydi. Bunday masalani byudjet chizig'i yordamida yechish mumkin. Byudjet chegarasi tovarlar narxiga va iste'molchining daromadiga asoslanadi va u mavjud pul mablag'larida qanday iste'mol tovarlar majmuasini sotib olish mumkinligini ko'rsatadi.

Yuqoridagi shartlarga asoslangan holda iste'molchining tanlovi masalasining yechilishi, talab funksiyasini oshkora ko'rinishda olishga imkon yaratadi. Ikkita ne'mat uchun quyidagi iste'molchi tanlovi masalasini qarab chiqamiz.



1-rasm. Umumiy naflik va chekli naflikning o'zgarishi

Naflik funksiyasi:

$$U(X_1, X_2) = X_1 \cdot X_2 \rightarrow \max \quad (1)$$

$$P_1 X_1 + P_2 X_2 = I, \quad (2)$$

$$X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0. \quad (3)$$

Optimallik shartidan

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = MU_1 = X_2;$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_2} = MU_2 = X_1;$$

$$\frac{X_2}{X_1} = \frac{P_1}{P_2}.$$

Bu munosabatdan ne'matlarga sarflanadigan mablag'lar teng bo'lishi kerak:

$$X_2 \cdot P_2 = X_1 \cdot P_1, \text{ dan } X_2 = \frac{P_1}{P_2} \cdot X_1 \text{ kelib chiqadi,}$$

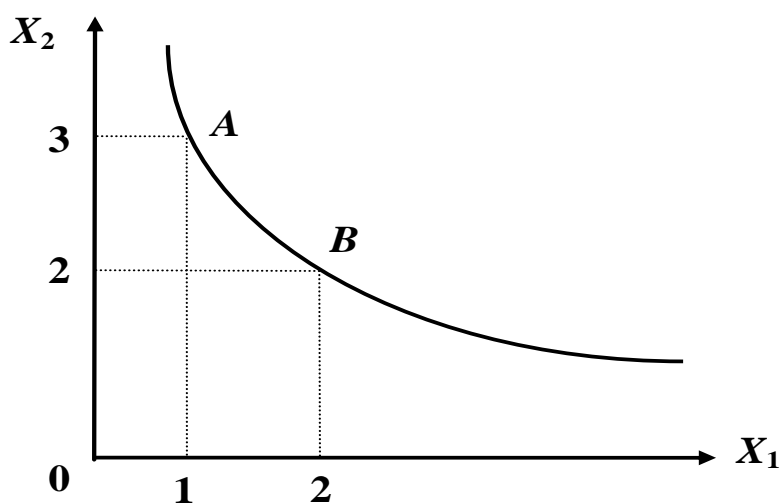
bu munosabatni byudjet chizig'i tenglamasiga qo'yib $P_1X_1 + P_2 \cdot \frac{P_1}{P_2} \cdot X_1 = I$ birinchi ne'mat uchun talab funksiyasini aniqlaymiz.

$$X_1 = \frac{I}{2 \cdot P_1},$$

va ikkinchi ne'mat talab funksiyasi aniqlanadi:

$$X_2 = \frac{I}{2 \cdot P_2}.$$

Befarqlik egri chizig'i - bu iste'molchi uchun bir xil naf beruvchi ne'matlar kombinatsiyalarini ifodalaydi. Faraz qilaylik, X_1 - muzqaymoq, X_2 - gamburger (2-rasm).



2-rasm. Muzqaymoq va gamburger uchun befarqlik egri chizig'i

2-rasmda bitta muzqaymoq bilan uchta gamburger (A nuqta) beradigan naf, 2 ta muzqaymoq bilan 2 ta gamburger (B nuqta) beradigan nafga teng. Demak, befarqlik egri chizig'i bir xil naf beradigan muzqaymoq va gamburger kombinatsiyalari nuqtalaridan iborat.

Nazorat savollari

1. Chekli naflikning mazmuni nimalardan iborat?
2. Biror ne'matni ketma-ket iste'mol qilinganda maksimal naflikka erishish

mumkinmi?

3. Chekli naflikning kamayish qonuni va unga misollar keltiring.
4. Iste'molchi byudjetining to'liq sarflanishi va sarflanmaslik shartlarini tushuntirib bering.
5. Iste'molchi qachon muvozanat holatga erishadi?
6. Iste'molchining tanlovini bozor sharoitida qaysi omillar belgilaydi?
7. Almashtirish samarasini izohlab bering.
8. Iste'molchi tanlovida ne'matlarning optimal kombinatsiyasi qanday aniqlanadi?
9. Befarqlik egri chizig'i nimani ifodalaydi?
10. Iste'molchini chegaralovchi omillarni izohlab bering.
11. Byudjet chegarasi va byudjet tenglamasi hamda iste'molchining tanlov sohasini izohlab bering.
12. "Iste'molchi naflik funksiyasini maksimallashtiradi" iborasini yoritib bering.

X bob. MILLIY IQTISODIYOTNING TARMOQLARARO BALANS MODELII

10.1. Tarmoqlararo balansning umumiy tuzilishi.

10.2. Tarmoqlararo balansda agregirlash.

10.3. Tarmoqlararo balans modelidagi matematik bog‘lanishlar.

10.4. Tarmoqlararo balans kvadrantlarining xarakteristikalar.

10.5. Balanslar tizimida kvadrantlarning o‘zaro bog‘liqligi va foydalaniladigan iqtisodiy ko‘rsatkichlar.

10.1. Tarmoqlararo balansning umumiy tuzilishi

Tarmoqlararo balans modeli – bu matritsaviy makroiqtisodiy model.

Tarmoqlararo balans modeli – milliy iqtisodiyotning barcha tarmoqlarini o‘z ichiga olgan va optimal proporsiyalarni aniqlaydigan matematik model.

Tarmoqlararo balans modeli yordamida – milliy iqtisodiyotning yalpi mahsuloti aniqlanadi.

Tarmoqlararo balans modelida bevosita xarajatlar – bir-birlik mahsulotni ishlab chiqarishga sarflanadigan xarajatlardir.

Tarmoqlararo balansning matematik modeli – bu matematik tenglamalar sistemasidir.

Tarmoqlararo balans - iqtisodiy tarmoqlar orasidagi aloqani ifodalovchi jadvaldan iborat. Bu jadvalni tuzishdan oldin, tarmoqlararo balansda qatnashadigan tarmoqlarning ro‘yxatini tuzish kerak.

Bir necha qisimli har xil ko‘rinishdagi tarmoqlararo balanslar mavjud. Quyidagi 4 qismdan iborat bo‘lgan tarmoqlararo balansni qo‘rib chiqamiz.

Bu balansda har bir i -tarmoqqa i -ustun va i -qator to‘g‘ri keladi. $n+1$ - ustun va $n+1$ -qator kesishgan joyida joylashgan matritsa elementlari tarmoqlararo balansning birinchi qismi hisoblanadi (1-jadval).

1-jadval

Tarmoqlararo balans tuzilishi

Tarmoqlar	1	2	...	n	$\sum_{j=1}^n x_{i,j}$	Pirovard mahsulot	Yalpi mahsulot
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	$\sum x_{1j}$	y_1	x_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	$\sum x_{2j}$	y_2	x_2
·	·	·	·	·	·	·	·
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}	$\sum x_{nj}$	y_n	x_n
$\sum_{i=1}^n x_{i,j}$	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	..	$\sum x_{in}$	$\sum x_{ij}$	$\sum y_i$	$\sum x_i$
Shartli sof mahsulot	V_1	V_{12}	..	V_n	$\sum y_i$		
Yalpi mahsulot	x_1	x_2	..	x_n	$\sum x_i$		

Tarmoqlararo aloqalar haqidagi ma'lumotlar ana shu qismda joylashganligi uchun, bu qism tarmoqlararo balansning eng muhim qismi hisoblanadi.

10.2. Tarmoqlararo balansda agregirlash

Agregirlash - birlashtirish, ya'ni tarmoqlararo balansda bir necha tarmoqlarni yagona tarmoqqa birlashtirish ma'nosida tushuniladi.

Milliy iqtisodiyotda yuz minglab nomdagi mahsulot turlari va tiplari ishlab chiqariladi. Tabiiyki, bunday mufassal nomenklaturada tarmoqlararo balans tuzib bo'lmaydi, birinchidan, bunday mufassal tasnifda ishlab chiqarish xarajatlarining tarkibi haqida ma'lumotlar yo'q; ikkinchidan, ana shunday katta hajmdagi axborotni maqsadga muvofiq ravishda qayta ishlash va hisob-kitob ishlarini bajaradigan sof texnik usullarni amalga oshirish mumkin emas.

Tarmoqlararo balansning mufassal jadvalidan yiriklashgan jadvalga o'tishda agregirlash zarur bo'ladi. Tarmoqlararo balansning yiriklashgan jadvallari umumlashgan tahlil xizmat qilib, tarmoqlararo balansning dinamik modellarini, rejalashtirish va prognozni ishlab chiqishda asos hisoblanadi.

Bu o'rinda agregirlash operatoridan foydalaniladi. Bu operator qatorlarning miqdor balansning yiriklashgan jadvali hajmiga, ustunlar miqdori boshlang'ich matritsa hajmiga mos keluvchi matritsa bo'lib, uning har bir qatoridagi birliklar shu satrdagi yiriklashgan tarmoqqa qancha tarmoq birlashsa, shuncha bo'ladi.

Bu birliklar operatorning shunday nomerdagi ustunlariga joylashgan, bu nomerlar yiriklashgan tarmoqqa birlashuvchi mufassal jadvaldagi tarmoqlar nomerlariga muvofiq keladi. Operatorning qolgan barcha elementlari nolga teng bo'ladi.

Agregirlash operatori - T yordamida tarmoqlarni birlashtirish jarayonini umumiy holatda quyidagi yozish mumkin:

$$N [X_{ij}] T^* = [X_{rk}] \quad (i, j = \overline{1, n}), (r, k = \overline{1, m}), \quad (1)$$

$$TX = X, \quad X = (X_1, X_2, \dots, X_n); X = (X_1, X_2, \dots, X_m), \quad (2)$$

$$TY = Y, \quad Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n); Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m), \quad (3)$$

T - $(m \times n)$ - hajmli birlashtirish matritsasi;

$[X_{ij}]$ - tarmoqlararo oqim matritsasi, $[X_{rk}]$ - birlashtirilgan $(m \times m)$ tartibli tarmoqlararo oqim matritsasi;

T^* - satrlari ustunga aylantirilib yozilgan T matritsa (transponirlangan T).

Bu operator ishini quyidagi misolda ko'rsatish mumkin; tarmoqlararo oqimlarning (x_{ij}) uch tarmoqli matritsasi va to'g'ri xarajatlar koeffitsientlarining matritsasi A berilgan deb faraz qilaylik, ya'ni

$$[X_{ij}] = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}.$$

I va II tarmoqlarni agregirlash lozim bo'lsin (tortilmagan birlashtirish), T_{1+2} (o'lchamlari 3 2) agregirlash matritsasini tuzamiz

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T^* = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

T matritsani chapdan tarmoqlararo oqimlar matritsasiga ko'paytiramiz

$$[X] T^* [X_{ij}] = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{pmatrix} \cdot X_{11} + X_{21} \cdot X_{12} + X_{22} \cdot X_{13} + X_{23} \cdot X_{31} + X_{32} \cdot X_{33}.$$

Hosil bo'lgan matritsani transponirlangan matritsa T^* ga o'ngdan ko'paytiramiz

$$\begin{aligned}
[X] &= T [X_{ij}] = X_{11} + X_{21} X_{12} + X_{22} X_{13} + X_{23} + X_{31} X_{32} X_{33} = \\
&= X_{11} + X_{21} X_{12} + X_{22} X_{13} + X_{23} + X_{31} X_{32} X_{33} \quad (4)
\end{aligned}$$

I va II tarmoqlarni agregirlash natijasida agregirlashgan (2x2) o'lchamli tarmoqlararo oqim matritsasini (x) hosil qilamiz.

Tortilmagan agregirlashdan boshlang'ich sistemaning hajmi ko'rsatkichlaridan birlashtirilgan sistema hajmi ko'rsatkichlariga o'tishda foydalaniladi. Pirovard mahsulot vektori va yalpi mahsulot vektori birlashtirish (2) va (3) formula bo'yicha o'tkaziladi.

$$TX = (x_1 + x_2, x_3) \quad (5)$$

$$TY = (y_1 + y_2, y_3) \quad (6)$$

Xarajatlar normasini birlashtirish uchun tortilgan agregirlashdan foydalanamiz.

10.3. Tarmoqlararo balans modelidagi matematik bog'lanishlar

Tarmoqlararo balansda 1-qatoridagi barcha miqdorlar yig'indisi xuddi 1-ustundagi miqdorlar yig'indisi kabi natijaga, ya'ni yil davomida ishlab chiqarilgan elektroenergiya mahsulotining qiymat ko'rinishiga teng bo'lishi kerak:

$$X_1 = X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} + Y_1 = \sum_{j=1}^n X_{1j} + y_1 \quad (1)$$

Xuddi shuningdek ixtiyoriy olingan ishlab chiqarish tarmog'i uchun:

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + y_i \quad (2)$$

Tarmoqlararo balans modeli to'rtta qism - kvadrantlardan iborat.

$$\sum_{j=1}^n X_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{j=1}^n v_j + \sum_{j=1}^n m_j \quad (3)$$

(2) tenglamani i bo'yicha jamlasak

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

(3) va (4) tengliklarning chap qismida bir xil miqdorlar - yalpi mahsulot X ni hosil qiladi. Tengliklarning o'ng qismidagi 1-qo'shiluvchilar ham bir xil, ya'ni 1-kvadrantning jamiga tengdir. Demak, tengliklarning qolgan qismlari ham tengdir:

$$\sum_{j=1}^n v_j + \sum_{j=1}^n m_j = \sum_{i=1}^n Y_i \quad (5)$$

Har doimgidek, tarmoqlararo model quyidagicha tuziladi:

1. Har bir tarmoqda yagona ishlab chiqarish texnologiyasi mavjud bo'lsin.
2. Ishlab chiqarish xarajatlari me'yori, ishlab chiqarilayotgan mahsulotning hajmiga bog'liq bo'lsin.
3. Bir mahsulotning o'rniga boshqa bir mahsulotning ishlatilishi mumkin bo'lmasin.

Bu shartlarni e'tiborga olgan holda, x_{ij} ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (1)$$

bu yerda: a_{ij} - to'g'ri xarajatlar koeffitsienti bo'lib, u j -tarmoq mahsulotining bir-birligini ishlab chiqarish uchun i -tarmoq mahsulotidan qancha sarflanishini ifodalaydi. Tarmoqlararo modellarda bu koeffitsientlar doimiy miqdorlar hisoblanadi. (1)-ifoda, tarmoqlar uchun xarajatlar funksiyasi hisoblanadi va u j -tarmoqning x_j mahsulotini a_{ij} to'g'ri xarajatlar koeffitsienti yordamida x_{ij} xarajatlarni aniqlashga imkoniyat beradi. (1) ni mahsulot balansiga qo'yib:

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i$$

hosil qilamiz. Bundan,

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + Y_i \quad (2)$$

(2) ni quyidagi vektorli ko'rinishda ham ifodalash mumkin:

$$x = Ax + y, \quad (3)$$

bu yerda: x - vektorli ustun $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^1$

y - vektorli ustun $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^1$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

A matritsasini to'g'ri xarajatlar koeffitsienti matritsasi deb atash qabul qilingan. (3)-ifodani mahsulotni taqsimlash balansi bo'lib, u tarmoqlararo balansning asosiy nisbati hisoblanadi. A matritsasini qanday qilib tuzamiz? - degan savol tug'iladi. Uni tuzishning ikki usuli mavjud:

1. Statistik usul. Bunda koeffitsientlar oldingi yillar balanslarini tahlil qilish asosida aniqlanadi.

2. Normativ. Bunda a_{ij} normativ xarajatlar asosida aniqlanadi.

A matritsa aniqlangach, (3)-ifodani milliy iqtisodiyotni tahlil qilishda va rejalashtirishda ishlatish mumkin. Haqiqatdan ham, x yalpi mahsulotni, y pirovard mahsulot orqali aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$(E - A) \cdot X = Y,$$

bu yerda: E - birlik matritsa. Yuqoridagi formuladan,

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y \quad (4)$$

hosil qilish mumkin.

Mahsulot taqsimlanishi balansi, Y pirovard mahsulot bo'yicha X yalpi mahsulotlarni aniqlash imkoniyatini beradi. Ishlab chiqarishni rejalashtirishda tarmoqlararo modellarni qo'llashdan asosiy maqsad ham ana shu hisoblanadi. (4)-ifodani qo'llashdan oldin ikkita narsani aniqlab olishimiz zarur:

1. $(E - A)$ matritsaga har doim ham teskari matritsa mavjud bo'ladimi?

2. Yalpi mahsulot qiymati ba'zi bir hollarda manfiy chiqasmikan?

Shunga qaramasdan, matritsalar haqidagi teoremada isbotlanganidek, har bir matritsa uchun teskari matritsa mavjud va uning elementlari quyidagi shartlar bajarilganda nomanfiy bo'ladi:

$$a_{ij} \geq 0, (i, j = \overline{1, n}) \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1, (j = \overline{1, n}) \quad (6)$$

(5)-ifoda x_j tarmoqdagi yalpi mahsulotning musbat bo'lgani va $x_{ij} > 0$ bo'lganidan kelib chiqadi. (6)-ifodani quyidagidan hosil qilish mumkin,

$$x_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + V_j,$$

bu yerda:

$$V_j > 0, x_j = \sum_{i=1}^n x_{ij}$$

bu ifodaga (1)-ifodani quyib quyidagini hosil qilamiz:

$$x_j > \sum_{j=1}^n a_{ij} * X_j$$

Bundan (6)-ifoda bajarilishi kelib chiqadi. Quyidagi belgilash kiritamiz:

$$(E - A)^{-1} = B$$

va (4) ni quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$X = B \cdot Y \quad (7)$$

10.4. Tarmoqlararo balans kvadrantlarining xarakteristikalarini

TAB to‘rtta qism - kvadrantlardan iboratdir.

1-kvadrant shaxmat taxtasi kabi tuzilgan bo‘lib, unda ishlab chiqarish vositalarining oqimi akslanadi. 1 qism ma‘lumotlari tarmoqlar moddiy xarajatlari tarkibini tahlil qilishda, tarmoqlar o‘rtasidagi ishlab chiqarish bog‘lanishlari va proporsiyalarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

2-kvadrantda barcha moddiy ishlab chiqarish tarmoqlarining pirovard mahsuloti ko‘rinadi. Pirovard mahsulot deb, ishlab chiqarishdan tashqaridagi iste‘mol va jamg‘armadagi mahsulotlar yig‘indisiga aytiladi. Pirovard mahsulot tarkibiga kiruvchi ijtimoiy iste‘mol, ta‘lim, o‘quv, fan, sog‘liqni saqlash, mudofaa, boshqaruv, sport kabi sohalardagi iste‘moldan tarkib topadi. Shunday qilib, 2-kvadrantdagi ma‘lumotlar milliy daromadning tarmoqlar bo‘yicha moddiy tuzilishi, uning jamg‘arma va iste‘mol fondlariga taqsimlanishini xarakterlaydi.

3-kvadrant ko‘rsatkichlari ham milliy daromadni xarakterlaydi, faqat bunda uning qiymati tarkibi, ya‘ni barcha tarmoqlarda mehnatga to‘langan haq va sof daromad yig‘indisi sifatida qaraladi. 3-kvadrant ma‘lumotlari moddiy ishlab chiqarishda zaruriy va qo‘shimcha mahsulot orasidagi hamda yangidan yaratilgan va ko‘shilgan qiymatlar nisbatini tahlil qilish uchun zarurdir.

2- va 3-kvadrantlarning umumiy yig'indisi o'zaro tengdir. Barcha tarmoqlar bo'yicha (1) tenglamani jamlab quyidagini hosil qilamiz:

$$\sum_{j=1}^n X_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{j=1}^n v_j + \sum_{j=1}^n m_j \quad (8)$$

(2) tenglamani i bo'yicha jamlasak

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{i=1}^n y_i \quad (9)$$

(8) va (9) tengliklarning chap qismida bir xil miqdorlar - yalpi mahsulot X hosil bo'ladi. Tengliklarning o'ng qismidagi 1-qo'shiluvchilar ham bir xil, ya'ni 1-kvadrantning jamiga tengdir. Demak, tengliklarning qolgan qismlari ham tengdir:

$$\sum_{j=1}^n v_j + \sum_{j=1}^n m_j = \sum_{i=1}^n Y_i \quad (10)$$

(5) tenglikning chap qismida 3-kvadrantning jamlanmasi, o'ng qismida esa 2-kvadrant jamlanmasi hosil bo'ldi, ya'ni milliy daromadning moddiy-mahsulot va qiymat tarkiblari bir xil bo'lishi ko'rindi.

4-kvadrant TABning pirovard mahsulotlar ustuni va daromadlar qatorining kesishgan joyida bo'lib, bu yerda milliy daromadning pirovard taqsimlanishi va foydalanishi o'z aksini topadi. Dastlab yaratilgan milliy daromadning qayta taqsimlanishi oqibatida aholining, korxonalarining va davlatning pirovard daromatlari yuzaga keladi. 4-kvadrant ma'lumotlari tarmoqlararo modelda aholining daromad va xarajatlarini ko'rsatishda muhim rol o'ynaydi.

Bunday hisoblashlar 3 xil holatda bajarilishi mumkin:

1) modeldagi barcha tarmoqlarning yalpi mahsulotlari hajmi berilgan bo'lib (X_i), pirovard mahsulotlarni (Y_1) hisoblab topiladi.

2) barcha tarmoqlar bo'yicha pirovard mahsulotlar (Y_i) darajasi berilgan bo'lib, yalpi mahsulot (X_i) hajmini aniqlash talab qilinadi.

3) ayrim tarmoqlar bo'yicha yalpi mahsulot, boshqalari uchun pirovard mahsulot darajalari berilgan bo'lib, qolgan noma'lumlarni sistemani yechish bilan aniqlash mumkin.

10.5. Balanslar tizimida kvadrantlarning o‘zaro bog‘liqligi va foydalaniladigan iqtisodiy ko‘rsatkichlar

To‘g‘ri xarajatlar a_{ij} koeffitsientlaridan farq qilgan holda to‘liq xarajatlar koeffitsientlari o‘z ichiga to‘g‘ri xarajatlar bilan birga barcha tartibdagi bevosita xarajatlarni ham oladi. Agar to‘g‘ri xarajatlar muayyan mahsulotni tayyorlashda bevosita sarflangan ishlab chiqarish vositalari miqdorini aks ettirsa, bavoosita xarajatlar ishlab chiqarishning oldingi bosqichlariga tegishli bo‘ladi va mahsulotga to‘g‘ridan-to‘g‘ri kirmay, balki ishlab chiqarishning boshqa vositalari orqali kiradi.

Endi bavoosita xarajatlarni hisoblash chiqish sxemasini ko‘zdan kechirish uchun quyidagi belgilarni kiritamiz:

$a_{ij}^{(m)}$ – i -mahsulotning j -mahsulot birligini ishlab chiqarish uchun ketadigan m -tartibdagi bavoosita xarajatlar;

c_{ij} – i -mahsulotning j -mahsulot birligiga sarflangan to‘liq xarajatlar;

$c_{ij}^{(m)}$ – m -tartibgacha i -mahsulotning j -mahsulot birligiga bo‘lgan to‘g‘ri va bavoosita xarajatlar yig‘indisi.

Birinchi tartibdagi bavoosita xarajatlar - bu mahsulot birligini ishlab chiqarishda iste‘mol qilinadigan ishlab chiqarish vositalarining shuncha miqdorini ishlab chiqarishga ketgan to‘g‘ri xarajatlardir. Ular quyidagicha aniqlanadi:

$$a_{ij}^{(1)} = a_{i1}a_{1j} + a_{i2}a_{2j} + \dots + a_{in}a_{nj} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot a_{kj}$$

Ikkinchi tartibdagi bavoosita xarajatlar:

$$a_{ij}^{(2)} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot a_{kj}^{(1)}.$$

Induktsiya metodini qo‘llab, istalgan tartib uchun bavoosita xarajatlarning umumiy formulasini yozish mumkin:

$$a_{ij}^{(m)} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot a_{kj}^{(m-1)}. \quad (11)$$

Bavoosita xarajatlarni hisoblab chiqish uchun matritsa metodidan foydalanish qulaydir.

Agar A to‘g‘ri xarajatlar matritsasi bo‘lsa, birinchi tartibli bivosita xarajatlarni hisoblash chiqish uchun A matritsaning o‘zini-o‘ziga ko‘paytirish, ya’ni, A^2 matritsani aniqlash kifoyadir:

$$A = A \cdot A = A^2.$$

i -mahsulotning j -mahsulot birligiga 1-tartibli bivosita xarajatlari tegishli ravishda i -qatorni j -ustunga ko‘paytirish bilan olinadi:

$$a_{ij}^{(1)} = a_{i1}a_{1j} + a_{i2}a_{2j} + \dots + a_{ij}a_{jj} + \dots + a_{in}a_{nj}.$$

Ikkinchi tartibli bivosita xarajatlar:

$$A^{(2)} = A \cdot A^{(1)} = A \cdot A^2 = A^3. \quad (12)$$

Endi barcha tartiblarning to‘g‘ri va bivosita xarajatlari yig‘indisini ifodalaydigan to‘liq xarajatlar koeffitsientlarining umumiy formulasini chiqaramiz (bunda $m \rightarrow \infty$);

$$c_{ij} = a_{ij} + a_{ij}^{(1)} + a_{ij}^{(2)} + \dots + a_{ij}^{(m)} + \dots \quad (13)$$

TAB asosiy modelining shaklini o‘zgartirish yordamida yana bir necha iqtisodiy ko‘rsatkichlarni, jumladan, bevosita va to‘liq mehnat xarajatlari koeffitsientlarini ham aniqlash mumkin. Bu holda tabiiy (natural) o‘lchovdagi mahsulotlararo balansga asoslanamiz. Balans satrlarida har bir mahsulotning boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarishga va pirovard iste’molga taqsimlanishi hamda barcha turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarishga jonli mehnat sarflanish taqsimoti ko‘rinadi. (Mehnat sarflari bir xil murakkablikda deb olinadi).

α_j – j -mahsulotni ishlab chiqarishga sarflangan jonli mehnat xarajatlari;

X_j – j -mahsulotni ishlab chiqarish hajmi bo‘lsin.

U holda

$$t_j = \frac{\alpha_j}{X_j},$$

j -mahsulotning 1 donasini ishlab chiqarishdagi bevosita mehnat xarajatlarni ko‘rsatadi. To‘la mehnat xarajatlari tushunchasi bevosita jonli mehnat xarajatlari bilan moddiylashgan mehnat xarajatlari yig‘indisi sifatida qaraladi va quyidagicha hosil bo‘ladi:

$$\begin{array}{cccccc}
 a_{11}T_1 & a_{12}T_1 & a_{13}T_1 & \dots & a_{1n}T_1 \\
 a_{21}T_2 & a_{22}T_2 & a_{23}T_2 & \dots & a_{2n}T_2 \\
 a_{31}T_3 & a_{32}T_3 & a_{33}T_3 & \dots & a_{3n}T_3 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 a_{n1}T_n & a_{n2}T_n & a_{n3}T_n & \dots & a_{nn}T_n \\
 \hline
 t_1 & t_2 & t_3 & \dots & t_n \\
 \hline
 T_1 & T_2 & T_3 & \dots & T_n
 \end{array}$$

Bu shaklda har bir j - mahsulot uchun:

T_j – j -birlik mahsulotga sarflangan to‘liq mehnat xarajatlari koeffitsienti;

t_j – j -birlik mahsulotga sarflangan bevosita jonli mehnat xarajatlari koeffitsienti;

$a_{ij}T_i$ – i -ishlab chiqarish vositasi yordamida j -mahsulotga ko‘chirilgan moddiylashgan mehnat xarajatlari.

$$T_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot T_i + t_j \quad (14)$$

Bu tenglamadan zarur almashtirishlar yordamida quyidagi tenglamani olish mumkin:

$$T_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \cdot t_j ,$$

bu yerda: b_{ij} - to‘liq xarajatlar koeffitsientlari.

Demak, har qanday j -mahsulot uchun to‘liq mehnat xarajatlari miqdori barcha xildagi mahsulotlar turlariga sarflangan bevosita mehnat xarajatlarining solishtirma yig‘indisi sifatida aniqlanishi mumkin.

To‘la mehnat xarajatlari ko‘rsatkichlari har bir mahsulot turi bo‘yicha 1 dona mahsulotga sarflangan haqiqiy ijtimoiy mehnat xarajatlarini ifodalaydi.

Nazorat savollari

1. Balans deganda nimani tushunasiz?
2. TABni ishlab chiqqan iqtisodchi olimlardan kimlarni bilasiz?
3. TAB modeli qaysi modellar guruhiga kiradi?
4. Tarmoqlararo balans modellarining umumiy ko‘rinishi qanday ifodalanadi?

5. TAB da matematik bog‘lanishlar qanday amalga oshiriladi?
6. To‘g‘ri xarajatlar koeffitsientlarining iqtisodiy ma‘nosi nimada va ularni qanday hisoblash mumkin?
7. TABda barcha kvadrantlarning iqtisodiy ma‘nosini tushuntiring.
8. To‘liq xarajatlarning iqtisodiy mohiyati nimalardan iborat?
9. TABda mehnat xarajatlari koeffitsientlari qanday hisoblanadi?
10. TAB ma‘lumotlari asosida yalpi mahsulotni o‘zgarishini prognozlash mumkinmi?

XI bob. DINAMIK DASTURLASHNING AMALIY MASALALARI

11.1. Dinamik dasturlash to‘g‘risida tushuncha.

11.2. Dinamik dasturlash masalalarining xususiyatlari va tuzish shartlari.

11.3. Dinamik modellarning vektorli va matritsaviy shakli.

11.1. Dinamik dasturlash to‘g‘risida tushuncha

Chiziqli va chiziqsiz dasturlash masalalarida iqtisodiy jarayonlar vaqtga bog‘liq emas deb qaraladi, shuning uchun masalaning optimal yechimi rejalashtirishning faqat bir bosqichi uchun topiladi. Bunday masalalar bir bosqichli masalalar deyiladi.

Dinamik dasturlash masalalarida iqtisodiy jarayonlar vaqtga bog‘liq deb qaraladi hamda butun jarayonning optimal rivojlanishini ta‘minlovchi bir qator (ketma-ket, har bir bosqich uchun alohida) optimal yechimlar topiladi. Dinamik dasturlash masalalari ko‘p bosqichli yoki ko‘p qadamli deb ataladi.

Dinamik dasturlash – vaqtga bog‘liq va ko‘p bosqichli boshqariluvchi iqtisodiy jarayonlarni optimal rejalashtirish usullarini o‘rganuvchi matematik dasturlashning bir bo‘limi hisoblanadi.

Agar iqtisodiy jarayonning kechishiga ta‘sir ko‘rsatish mumkin bo‘lsa, bunday jarayon boshqariluvchi deb ataladi. Jarayonning kechishiga ta‘sir etish uchun qabul qilinuvchi qarorlar (yechimlar) to‘plamiga boshqarish deb ataladi. Iqtisodiy jarayonlarda boshqarishni rejalashtirishning har bir bosqichida vositalarni taqsimlash, mablag‘ ajratish va boshqalar bilan ifodalanishi mumkin. Ixtiyoriy korxonadagi ishlab chiqarish – boshqariluvchi jarayon. Rejalashtirish davridagi har bir yil boshida xomashyo bilan ta‘minlash, ishlab chiqarish quvvatlarini o‘zgartirish, qo‘shimcha mablag‘lar jalb qilish to‘g‘risida qarorlar qabul qilinadi.

Demak, iqtisodiy jarayonlar har bir davrda uning rivojlanishiga ta‘sir etuvchi, bir qancha bosqichlardan iborat deb qaralishi mumkin. Ko‘p bosqichli iqtisodiy jarayonlarni rejalashtirish uchun har bir oraliq bosqichda alohida qaror qabul qilishda,

butun jarayonning tub maqsadi koʻzlanadi. Butun jarayonning yechimi oʻzaro bogʻlangan yechimlar ketma-ketligidan iborat boʻladi. Oʻzaro bogʻlangan bunday yechimlar ketma-ketligi strategiya deb ataladi. Avvaldan tanlangan mezonga nisbatan eng yaxshi natijani taʼminlovchi strategiya optimal strategiya deyiladi. Boshqacha aytganda, optimal strategiya koʻp bosqichli iqtisodiy jarayonning optimal rivojlanishini taʼminlovchi strategiyadir.

Koʻp bosqichli jarayon deb, vaqtga bogʻliq ravishda rivojlanuvchi va oʻz taraqqiyotida bir necha bosqichlarga boʻlinuvchi jarayon tushuniladi.

Koʻp bosqichli iqtisodiy masalalarni yechish uchun ularni yagona matematik modelini yoki boʻlmasa, har bir bosqichga mos keluvchi statik modellar tizimini tuzib, soʻngra uni dinamik dasturlash usullari bilan yechish lozim.

11.2. Dinamik dasturlash masalalarining xususiyatlari va tuzish shartlari

Dinamik dasturlash masalalarining xususiyatlari quyidagicha:

- dinamik dasturlash koʻp bosqichli jarayonning birdan-bir yagona yechimini emas, balki har bir davrga mos keluvchi va tub manfaatni koʻzlovchi yechimlar ketma-ketligini topishga yordam beradi;

- dinamik dasturlash yordami bilan yechilayotgan koʻp bosqichli masalaning maʼlum bir bosqichi uchun topilgan yechimi undan oldingi bosqichlarda topilgan yechimga bogʻliq boʻlmaydi. Unda faqat shu bosqichni ifodalovchi faktlar nazarga olinadi;

- dinamik dasturlash yordami bilan koʻp bosqichli masalani yechish jarayonining har bir bosqichida tub maqsadni koʻzlovchi yechimni aniqlash kerak, yaʼni yechimlar orasida tub maqsadga erishishda maksimal hissa qoʻshuvchi yechimni topish kerak.

Maʼlum bir bosqichda topilgan optimal reja faqat shu qadam nuqtai nazaridan emas, balki butun jarayonning tub (pirovard) maqsadi nuqtai nazaridan optimal reja

bo'lishi kerak. Bunday tamoyil "dinamik dasturlashning optimallik tamoyili" deb ataladi.

Dinamik dasturlash usuli asosida yechiladigan masalalar:

- "Sanoat birlashmasining optimal rejalashtirish" masalasi;
- "Mahsulot ishlab chiqarish va saqlash" masalasi;
- "Korxonaning dividend siyosati" masalasi;
- "Samolyotning optimal tezligi hamda uchish balandligini aniqlash" masalasi;
- "Investitsiyalarni optimal taqsimlash" masalasi va boshqalar.

11.3. Dinamik modellarning vektorli va matritsaviy shakli

Vaqtga bog'liq ravishda o'zgaruvchan va boshqarish mumkin bo'lgan jarayonni ko'ramiz. Bu jarayonni t -ta bosqichga ajratish mumkin bo'lsin deb faraz qilamiz. Jarayonning har bir t -bosqichining boshidagi holatini x_t vektor orqali belgilaymiz: $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{mt})$.

Rivojlanish jarayonida sistemaning holati o'zgaradi. Uning x_{t-1} holatdan x_t holatga o'tishi u_t boshqarish ta'sir qiladi. Demak, x_t o'zgaruvchi x_{t-1} va u_t o'zgaruvchilarning funksiyasidan iborat bo'ladi, ya'ni: $x_t = \varphi(x_{t-1}, u_t)$, bu yerda u_t mumkin bo'lgan boshqarishlar to'plami G_t ga tegishli, ya'ni $u_t \in G_t$.

Sistemani eng yaxshi x_T holatga o'tishini ta'minlash uchun $f_T(X)$ maqsad funksiyani kiritamiz:

$$f_T(x) = \sum_{t=1}^T Z_t(x_{t-1}, x_t),$$

bu yerda: $Z_t = Z_t(x_{t-1}, x_t)$ sistemaning x_{t-1} holatdan x_t holatiga o'tishida hisoblanadigan va bu holatlarni solishtirib baholovchi funksiyadir.

Agar sistemaning t bosqichidagi holatlar to'plami \bar{X}_t , mumkin bo'lgan boshqarishlar to'plami G hamda sistemani bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazish qoidasi va bu holatlarni solishtiruvchi funksiya $Z_t = Z_t(x_{t-1}, x_t)$ berilgan bo'lsa, T bosqichli sistema to'la aniqlangan bo'ladi. Bunday sistemani ifodalovchi dinamik dasturlash masalasi quyidagicha yoziladi.

Sistemani boshlang'ich holati x_0 ma'lum bo'lganda shunday $u_t = (u_1, u_2, \dots, u_T)$ strategiyani tanlash kerakki, u

$$x_t = \varphi(\mathbb{C}_{t-1}, u_t); \quad x_t \in \bar{X}_t; \quad u_t \in G_t; \quad t = \overline{1, T} \quad (1)$$

shartlarni qanoatlantirib

$$f_T(x) = \sum_{t=1}^T Z_t(\mathbb{C}_{t-1}, x_t) \quad (2)$$

funksiyaga ekstremal qiymat bersin.

(1) – (2) masalani yechishdan avval $G_T, G_{T-1, T}, \dots, G_{1, 2, \dots, T} = G$ belgilashlarni kiritamiz. Bu yerda: G_T - masalaning oxirgi T bosqichdagi aniqlanish sohasi, $G_{T-1, T}$ - T va $T-1$ bosqichlardagi aniqlanish sohasi, $G_{1, 2, \dots, T} = G$ - berilgan masalaning aniqlanish sohasi.

Maqsad funksiyaning oxirgi bosqichdagi optimal qiymatini $f_1(x_{T-1})$ bilan belgilaymiz:

$$f_1(x_{T-1}) = \max(\min)_{u_{T-1}, G_T} \mathbb{E}_T(\mathbb{C}_{T-1}, u_T) \quad (3)$$

Xuddi shuningdek, maqsad funksiyaning oxirgi T va $T-1$ qadamdagi shartli optimal qiymatini $f_2(x_{T-2})$ bilan belgilaymiz. U holda

$$f_2(x_{T-2}) = \max(\min)_{u_{T-2} \in G_{T-1, T}} \mathbb{E}_{T-1}(\mathbb{C}_{T-2}, u_{T-1}) + f_1(\mathbb{C}_{T-1}) \quad (4)$$

$$f_3(x_{T-3}) = \max(\min)_{u_{T-3} \in G_{T-2, T-1, T}} \mathbb{E}_{T-2}(\mathbb{C}_{T-3}, u_{T-2}) + f_2(\mathbb{C}_{T-2}) \quad (5)$$

Xuddi shuningdek,

$$f_k(x_{T-k}) = \max(\min)_{u_{T-k} \in G_{T-k+1, T-k, \dots, T}} \mathbb{E}_{T-k+1}(\mathbb{C}_{T-k}, u_{T-k+1}) + f_{k-1}(\mathbb{C}_{T-k+1}) \quad (\mathbb{C} = \overline{1, T-1}) \quad (6)$$

$$f_T(x_0) = \max(\min)_{u_1, G} \mathbb{E}_1(\mathbb{C}_0, u_1) + f_{T-1}(x_1) \quad (7)$$

Bu yerda: (3) – (7) ifodalar optimallik tamoyilining matematik formadagi yozilishidan iborat bo'lib, ular “Bellmannning funksional tenglamalari” yoki “Dinamik dasturlashning asosiy funksional tenglamalari” deb ataladi.

Ushbu tenglamalar yordamida dinamik dasturlashning $T-1$ bosqichidagi yechimini so'nggi T bosqichdagi yechimi orqali topiladi. Shuning uchun yuqoridagi munosabatlar Bellmannning rekkurent munosabatlari deb ataladi.

Nazorat savollari

1. Optimallik tamoyili nima?
2. Ko‘p bosqichli usul nimadan iborat?
3. Dinamik dasturlashning xususiyatlarini tushuntirib bering?
4. Bellmannning funksional tenglamalari qanday tuziladi?
5. Dinamik dasturlash asosida yechiladigan masalalarni tavsiflab bering.
6. Dinamik dasturlash usulini tushuntirib bering?
7. Strategiya deb nimaga aytiladi?
8. Eng qisqa yo‘lni tanlash masalasining mazmunini tushuntirib bering?
9. Boshqarish deganda nimani tushunasiz?
10. Dinamik dasturlashda maqsad funksiyasining iqtisodiy mohiyati nimada?
11. Mahsulot ishlab chiqarish va saqlash masalasining mazmunini tushuntirib bering.
12. Sanoat birlashmasini optimal rejalashtirish masalasining mazmuni nimadan iborat?

XII bob. ZAXIRALARNI BOSHQARISH MODELLARI

12.1. Zaxiralarni boshqarishning asosiy modeli.

12.2. Taqchilik sharoitida statik determinallashtirilgan model.

12.3. Zaxiralarni boshqarishning stoxastik modeli.

12.1. Zaxiralarni boshqarishning asosiy modeli

Iqtisodiy holat o'zgarishining oqibatlaridan biri bo'lib, barcha turdagi korxonalar mavjud zaxiralarni, shu jumladan, xomashyo va materiallar, pirovard mahsulotlar zaxiralarini boshqarish va saqlash siyosatini qayta ko'rib chiqishlariga olib keladi.

Agar qandaydir korxonaga tovar zaxiralariga ega bo'lsa, unda ushbu tovarlarga sarflangan kapital "muzlatiladi", ya'ni kapital harakatdan to'xtaydi. Ushbu kapitaldan foydalanib bo'lmaydi, u korxonaga uchun to'lanmagan foizlar yoki investitsiyani amalga oshira olmaslik imkoniyatlari shaklidagi yo'qotilgan qiymat ko'rinishida namoyon bo'ladi. Bundan tashqari zaxiralarning mavjudligi ma'lum xarajatlarni keltirib chiqaradi, chunki zaxiralarni saqlash uchun alohida sharoitlar yaratish va zarur maydonlar ajratish kerak; zaxiralarni boshqaruvchi xodimlarga ish haqi to'lash lozim; zaxiralar sug'urtalangan bo'lishi lozim va h.k.

Shu munosabat bilan istalgan korxonaning maqsadi bo'lib, imkon darajasida kamroq zaxiralarni saqlash hisoblanadi. Biroq, boshqa holatlarni ham ko'zda tutish lozim. Iste'molchilar tomonidan mahsulotga bo'lgan talab ko'p hollarda noaniqlikka ega. Shuning uchun ham zaxira darajasi qanchalik kam bo'lsa, mahsulotning taqchil bo'lish (yetishmasligi) ehtimoli ham ortib boradi. U yoki bu mahsulotning taqchilligi o'z-o'zidan korxonaga uchun ishlab chiqarish sohasida ayrim zararlarni keltirib chiqaradi yoki potensial mijozlardan ayrilishga olib keladi.

Zaxiralarni boshqarish modellari. Zaxiralarni boshqarishning klassik masalasi. Tovar zaxiralarini boshqarish masalasi deganda shunday optimallashtiruvchi masala tushuniladiki, unda quyidagi axborotlar mavjud bo'ladi:

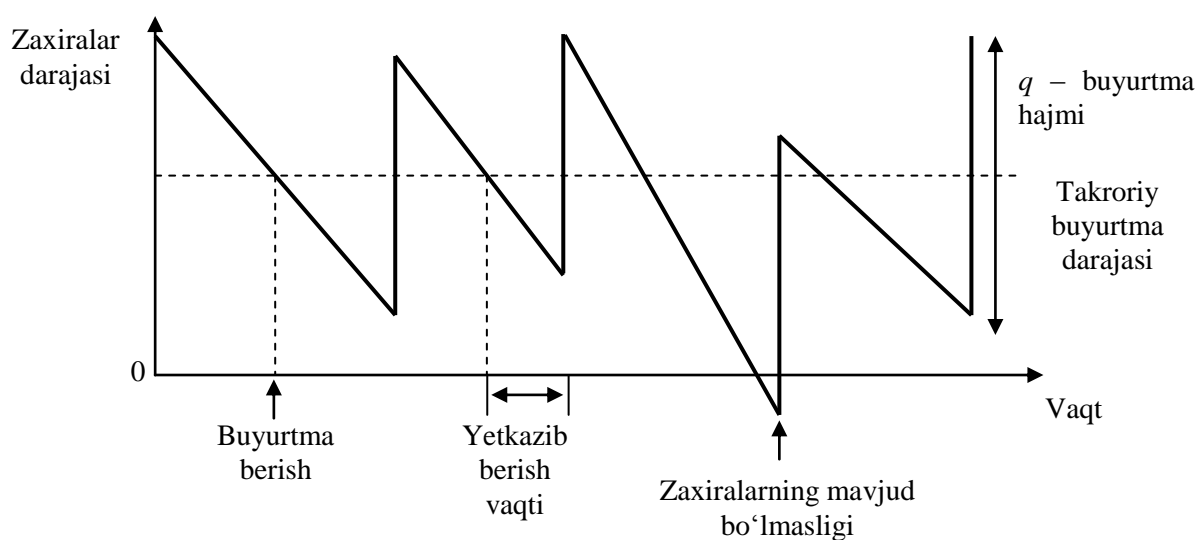
- tovarni yetkazib berish to'g'risida;

- tovarga bo‘lgan talab to‘g‘risida;
- tovar zaxiralarini saqlash shartlari va xarajatlari to‘g‘risida;
- optimallashtirish mezonini to‘g‘risida.

Avvalo tashqi yetkazib beruvchidan detallar hajmiga buyurtma berish bilan bog‘liq yoki detallar hajmini ishlab chiqarish bilan bog‘liq zaxiralarni boshqarish muammosini ko‘rib chiqamiz. Bu holatda ishlab chiqarishni tashkil etish yoki buyurtmalarni berish siyosati bo‘lib, umumiy xarajatlarni minimallashtirish hisoblanadi.

Agar korxonalarda zaxiralarni boshqarish tizimi yetarlicha murakkab bo‘lsa, uni modellashtirishda imitatsion usullardan foydalanish mumkin. Har bir holat uchun modellashtirish jarayonining maqsadi bo‘lib, qaror qabul qiluvchi shaxsga ba’zi mezonlarni hisobga olgan holda zaxira darajasi va uni keltirish muddatlarini aniqlashga yordam berish hisoblanadi.

Zaxiralarni boshqarishning istalgan tizimida buyurtmalarni berish modelning siklliligiga mos ravishda o‘zgaradi. Zaxiralar darajasining kamayishi jarayoni mos keluvchi talab modeli asosida aniqlanadi. Zaxiralarni to‘ldirish uchun ayrim nuqtalarda yangi buyurtma beriladi. Ayrim vaqt o‘tgandan keyin, ya’ni yetkazib berish vaqti deb ataluvchi vaqtdan so‘ng, buyurtmalar qabul qilinadi va zaxiralar darajasi ortadi. Bundan so‘ng esa zaxiralarning yangi sikli boshlanadi. (1-rasm).



1-rasm. Zaxiralarni saqlashning standart modeli

12.2. Taqchilik sharoitida statik determinallashgan model

Zaxiralarni boshqarish asosiy modelining shartlar tizimi. Modellashtirish jarayonini osonlashtirish uchun modelga bir qator shartlar kiritiladi:

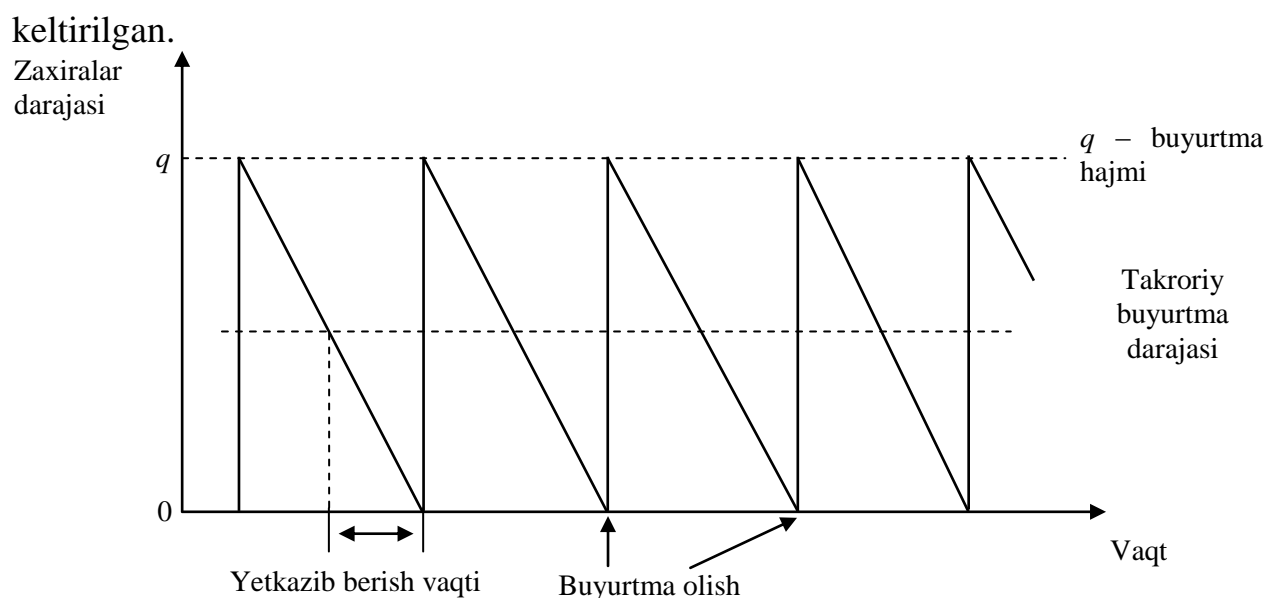
1. Mahsulotga bo'lgan talab doimiy yoki doimiyga yaqin bo'ladi. Agar zaxiralardan foydalanish koeffitsienti doimiy bo'lsa, unda zaxiralar darajasi ham doimiy koeffitsient bilan kamayib boradi.

2. Yetkazib berish vaqti aniq va doimiy miqdor deb faraz qilinadi.

3. Zaxiralarning mavjud bo'lmaligiga yo'l qo'yilmaydi.

4. Zaxiralarning har bir sikli davomida mahsulotning doimiy miqdoriga (q) buyurtma beriladi.

Zaxiralarni boshqarish modelining yakuniy ko'rinishi quyidagi 2-rasmda



2-rasm. Asosiy model uchun zaxiralarni boshqarish sxemasi

Umumiy qiymat tenglamasi.

Mavjud zaxiralarni saqlashning butun davri bilan bog'liq xarajatlarni aks ettiruvchi model tuzish talab etiladi. Ushbu davrning davomiyligi ahamiyatga ega emas, u bir kun, bir oy, bir yil va h.k. bo'lishi mumkin. Ushbu holatda biz bir yilga teng bo'lgan davrni olamiz.

Quyidagi belgilashlar tizimini kiritamiz:

D – mahsulot zaxirasiga bo'lgan yillik talab miqdori;

S_0 – berilgan bitta buyurtmaning o‘zgaruvchan qiymati, 1 ta buyurtma/so‘m;

S_h – zaxirada mahsulot birligini saqlashning o‘zgaruvchan qiymati, yil davomida bir-birlik mahsulot uchun, so‘m;

S – zaxiradagi mahsulotni bir-birligini sotib olish bahosi, bir yilda/so‘m;

q – buyurtma hajmi.

Bir yilda zaxiralarning umumiy qiymati = Bir yilda berilgan buyurtmaning umumiy qiymati + Bir yilda zaxirani saqlashning umumiy qiymati

$$TC = C_0 \cdot (D/q) + C_h \cdot (q/2) \quad (\text{so‘m bir yilda})$$

12.3. Zaxiralarni boshqarishning stoxastik modeli

q ning optimal qiymatini aniqlash uchun differensiallashtirish operatsiyasidan quyidagicha foydalanamiz:

$$TC = C_0 \cdot (D/q) + C_h \cdot (q/2)$$

TC minimal qiymatga ega bo‘ladi, qachonki

$$\frac{dTC}{dq} = 0 \quad \text{va} \quad \frac{d^2TC}{dq^2} > 0,$$

$$\frac{dTC}{dq} = -C_0 \frac{D}{q^2} + C_h \frac{q}{2},$$

va agar $q > 0$ bo‘lganda

$$\frac{d^2TC}{dq^2} = -2C_0 \frac{D}{q^3} + 0 > 0.$$

Faraz qilaylik,

$$\frac{dTC}{dq} = 0,$$

u holda

$$-C_0 \frac{D}{q^2} + C_h \frac{q}{2} = 0.$$

Bundan esa

$$C_0 \frac{D}{q^2} = C_h \frac{q}{2} = 0,$$

$$q^2 = \frac{2C_0 D}{C_h},$$

$$q_0 = \pm \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_h}}$$

bo‘ladi.

Shunday qilib, agar $q_0 = \pm\sqrt{2C_0D/C_h}$ bo'lsa, TC minimal qiymatga ega bo'ladi, (Uilson formulasi). Olingan buyurtma hajmi buyurtmaning tejamli hajmi deb ataladi.

Tovar zaxiralarini tartibga solishning asosiy tizimlari:

- Doimiy o'lchamli buyurtma tizimi;
- Doimiy davrli buyurtma tizimi;
- Doimiy davrli buyurtma va ikkita doimiy zaxira darajali tizimi;
- Ikkita doimiy zaxira darajali va doimiy bo'lmagan davrli buyurtma tizimi;
- O'z-o'zini tartibga soluvchi tizimlar.

Nazorat savollari

1. Zaxiralarni boshqarish modellari nima sababdan qo'llaniladi?
2. Agar resurs zaxirasi vaqtida olib kelinmasa, yetkazib beruvchining majburiyatlari nimalardan iborat bo'ladi?
3. Xomashyolar saqlanayotgan omborxonaning ishlash rejimini tushuntirib bering.
4. Zaxiraning optimal o'lchami deganda nimani tushunasiz?
5. Zaxiralarni boshqarishning mavjud modellarini ta'riflang.
6. Tovar zaxiralarini optimallashtirish masalasida ishtirok etuvchi shartlarni tushuntirib bering.
7. Omborxonada saqlanayotgan xomashyo, materiallar va tovarlarning to'liq xarajatlari nimalardan iborat?
8. Tovar zaxiralarining optimal o'lchami deb nimaga aytiladi?
9. Resurs taqchilligi nima va uni oldini olishda korxonada qanday yo'l tutadi?
10. Zaxiralarni boshqarish modelidagi maqsad funksiyaning mezonini izohlang.

XIII bob. TARMOQLI MODELLASHTIRISH

13.1. Tarmoqli rejalashtirish va boshqarish modellari.

13.2. Tarmoqli rejalashtirish masalasining algoritmi.

13.3. Tarmoqli modellarda “kritik yo‘l”.

13.1. Tarmoqli rejalashtirish va boshqarish modellari

Iqtisodiy-matematik usullar va modellar milliy iqtisodiyotning barcha tarmoq va sohalarida iqtisodiy jarayonlar va ko‘rsatkichlarni modellashtirishga qaratilgan bo‘lib, ulardan asosiysi hozirgi vaqtda dolzarb bo‘lgan loyihalarga bag‘ishlangan.

Ma‘lumki, iqtisodiy rivojlanish avvalo iqtisodiyotda kapital jamg‘arishga asoslanadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, kapital jamg‘arish, milliy iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida yangi ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish obyektlarini qurishi va ularni ishga tushirish bilan bog‘liq.

Tarmoqli tahlil (setevoy analiz) – loyiha xarakteridagi, ya‘ni qoidaga ko‘ra operatsiyalari takrorlanmaydigan ishlarni rejalashtirish usulidir. Ushbu usuldan operatsiyalarni bajarishning kalendar rejasini tuzishda, qurilish ishlarining bajarilishini rejalashtirishda ko‘proq foydalaniladi.

Tarmoqli tahlil usullari katta miqdordagi o‘zaro bog‘liq operatsiyalarni o‘z ichiga olgan loyihalarni tahlil etishga imkon beradi. Ushbu usullar yordamida ishlar bajarilishining davom etish ehtimolligini, ularning qiymatini, vaqt va pul mablag‘larini tejash kabi ko‘rsatkichlarni hisoblash mumkin.

Loyihani tahlil etish bosqichlari:

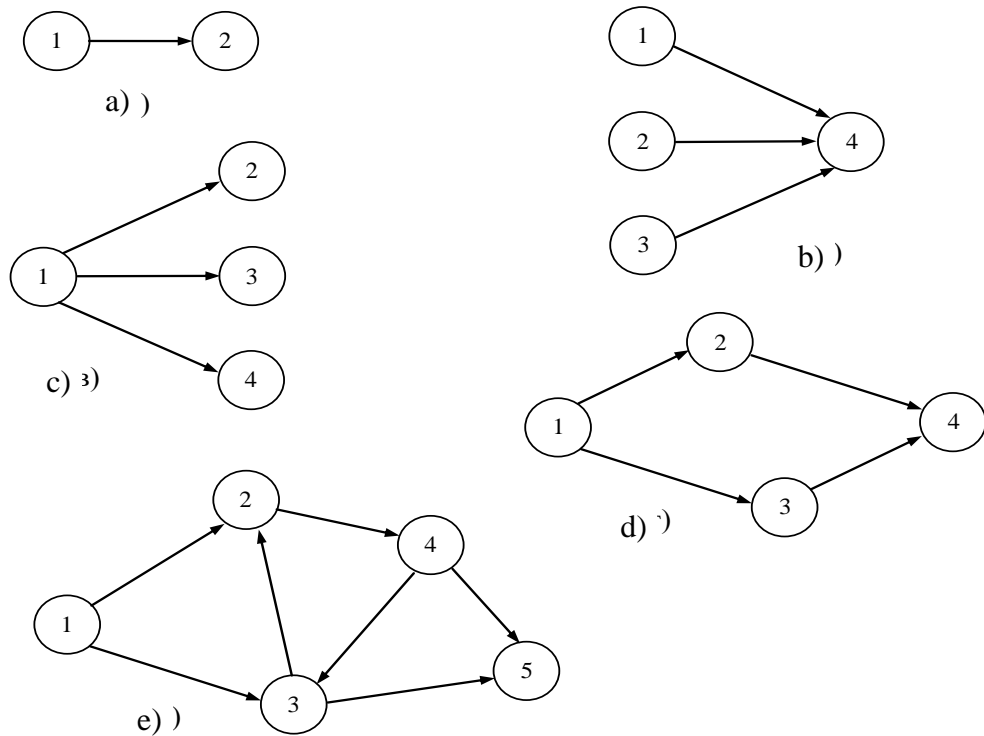
1. Loyiha bir qator alohida ishlarga (yoki operatsiyalarga) bo‘linadi, so‘ngra ulardan mantiqiy sxema tuziladi.

2. Har bir operatsiyani bajarilishi davomiyligini baholash. Loyihani amalga oshirishning kalendar rejasini tuzish.

3. Har bir operatsiyaning resurslarga bo‘lgan talabini baholash.

Tarmoqli model asosan grafikni tashkil etib, ma'lum texnologik jarayonlar bo'ladigan jami ishlarning ketma-ket yoki parallel bajarilishini grafik ravishda ifodalashi mumkin. Masalan, rejalashtirish, murakkab kompleks ishlarni bajarish, inshootlar qurilishining hisob ishlarini bajarish kabi ishlar tarmoqli modellar yordamida amalga oshirilib, grafik shaklida ifodalanishi mumkin. Grafik shaklida ikki mantiqiy element - ish va hodisa tarmoqli modelni tashkil qiladi. Grafikda hodisalar aylana bilan, ishlar esa strelka bilan ifodalandi. Odatda hodisalar «uskunalar sozlanib bo'ldi», «dvigatel o'rnatildi» yoki «qurilayotgan inshoot bitdi» kabi iboralar bilan ifodalanadi. Tarmoqli grafikda «uskunani sozlash tugallanganicha yo'q», «qurilayotgan fundament hali bitmadi» kabi noaniq iboralar qo'llanilmaydi.

Quyidagi 1-rasmda tarmoqli modellarga oid misollar keltirilgan.



1-rasm. Tarmoqli modellarning ko'rinishi

13.2. Tarmoqli rejalashtirish masalasining algoritmi

Tarmoqli grafik asosan quyidagi uchta talabga javob berishi kerak:

1. Har qanday ikkita hodisa orasida faqat bitta ish bajarilishi lozim.

2. Tarmoqli grafikda hodisalarga boshqa birorta ish kirmasligi (dastlabki ishdan tashqari) kerak, shuningdek, hodisalardan boshqa birorta ish chiqmaydigan (tugallangan ishdan tashqari) bo'lishi kerak.

3. Tarmoqli grafikda berk kontur deb ataluvchi kontur bo'lmasligi, ya'ni bitta yo'l ikki marta bir xil hodisadan o'tmasligi kerak. Ba'zi bir texnologik jarayonlarni ketma-ket ishlashda yo'l qo'yilgan xato bo'lsa, tarmoqli grafik qo'llanilganda yo'l qo'yilgan xato aniqlanadi.

Bajariladigan ishlar oddiy bo'lsa, yuqorida ko'rib o'tgan grafik usuli yordamida rejalashtiriladi. Agar bajariladigan kompleks ishlar murakkab bo'lsa (ayrim hollarda ishlar soni va mantiqiy aloqalar mingdan va undan ortiq bo'lishi mumkin), albatta EHM yordamida hal qilinishi uchun ishlarning aniq ketma-ketligi yoki algoritmi tuzib olinadi.

Tarmoqli grafik algoritmini tuzishda quyidagi 1-jadvaldan foydalanamiz.

1-jadval

Tarmoq grafigini tuzish uchun ma'lumotlar

№	a_i ish	Qaysi ishga asoslanib bajariladi	t_i vaqt
1	a_1	-	t_1
2	a_2	-	t_2
3	a_3	-	t_3
4	a_4	a_1, a_2	t_4
5	a_5	a_1, a_3, a_4	t_5
6	a_6	a_2, a_3	t_6
7	a_7	a_4	t_7
8	a_8	a_4, a_5	t_8
9	a_9	a_4, a_5, a_6	t_9
10	a_{10}	a_6, a_7, a_8, a_9	t_{10}

Bu jadvalda bajariladigan ishlar va bu ishlar qaysi ishlarga asoslanib bajarilishi hamda har bir ish uchun ketadigan vaqt aniq ko'rsatilgan.

1-jadvaldagi bajariladigan ishlar va ular orasidagi aloqalarning matematik formulasini yozib olamiz. Buning uchun belgilashlar kiritamiz.

a_i ish bajarilishining minimal boshlanish vaqtini τ_i bilan, ishning minimal tugash vaqtini esa T_i bilan belgilab olamiz. Har qanday ishning minimal tugash vaqti

$$T_i = \tau_i + t_i$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerda, $t_i - a_i$ ishning bajarilishi uchun ketgan vaqt bo'yicha aniqlanadi.

Mana shu ifoda yordamida hamma kompleks ishlarda bo'ladigan mantiqiy aloqalarni formulalar bilan ifodalaymiz. Aytaylik, a_i ish a_j, a_l, a_k ishlarga asoslanib bajarilsin. U holda a_i ish faqat a_j, a_l, a_k bajariladi. Bu aloqani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\tau_i = \max \{T_j, T_l, T_k\}.$$

Bu formulani har bir ish uchun ketma-ket ravishda tatbiq qilib, barcha ishlarning minimal tamom bo'lish vaqtini τ_i aniqlaymiz.

13.3. Tarmoqli modellarda “kritik yo'l”

Endi “kritik yo'l” usulini ko'rib o'tamiz (CPM – Critical Path Method). Bu usul asosida yangi mahsulotni yaratish, bino va inshootlar qurilishi, murakkab uskunani ta'mirlash masalalarini yechish mumkin. Loyihani amalga oshirishda ishlarni bajarish grafigi tuziladi. Bunda murakkab omil bo'lib, ishlarning o'zaro bog'liqligi hisoblanadi. Ayrim ishlar boshqa ishlarning bajarilishiga bog'liq va boshqa ishlar bajarilmasdan turib ushbu ishlar boshlanmaydi. “Kritik yo'l” usulining asosiy sharti bo'lib, har bir ishni bajarish vaqti aniq hisoblanadi.

“Kritik yo'l” usulini qo'llash uchun dastlabki qadam bo'lib, loyihani bajariladigan ishlar va ularning o'zaro bog'liqligi ko'rinishida ifodalab olinadi. Loyihani ifodalash uchun jadval va grafik usullaridan foydalaniladi.

“Kritik yo'l” usulini qo'llash uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

i va j – loyiha cho'qqilari yoki hodisalar, (i,j) – loyiha ishi, s – “loyiha boshlanishi” hodisasi, f – “loyiha tugallanishi” hodisasi, T – kritik yo'l uzunligi bo'lsin.

$t(i,j)$ – (i,j) ishlarni bajarish vaqti;

$ES(i,j)$ – (i,j) ishlarni eng erta boshlash vaqti;

$EF(i,j)$ – (i,j) ishlarni eng erta tugallash vaqti;

$LS(i,j)$ – (i,j) ishlarni eng kech boshlash vaqti;

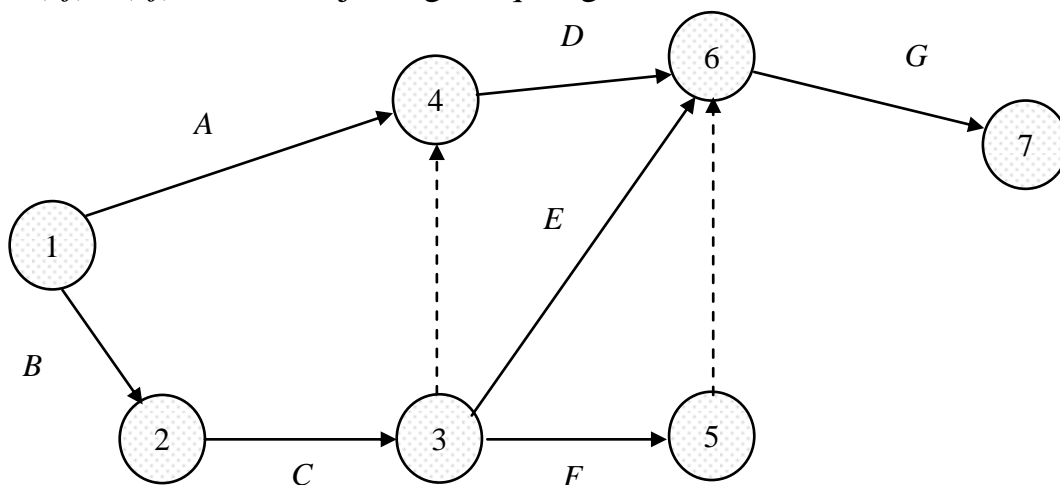
$LF(i,j)$ - (i,j) ishlarni eng kech tugallash vaqti;

E_i - i - hodisani eng erta boshlanish vaqti;

L_i - i - hodisani eng kech boshlanish vaqti;

$R(i,j)$ - (i,j) ishlarni bajarishga vaqtning to'liq rezervi;

$r(i,j)$ - (i,j) ishlarni bajarishga vaqtning erkin rezervi.



2-rasm. Tarmoqli grafik

Ta'riflar:

Yo'l – loyihaning bir cho'qqisidan boshqa cho'qqisiga olib boruvchi o'zaro bog'liq ishlar ketma-ketligidir.

Yo'l uzunligi – yo'ldagi barcha ishlar bajarilishining summar davomiyligidir.

Kritik yo'l - barcha ishlar bajarilishining summar davomiyligi eng katta bo'lgan yo'l.

“Kritik yo'l” yoki (CPM – Critical Path Method) usuli quyidagi matematik munosabatlarni ifodalaydi:

- s loyihaning boshlang'ich cho'qqisidan chiquvchi istalgan (s,j) ish uchun:

$$ES_{(s,j)} = 0 \quad (1)$$

- istalgan (i,j) ishning tugallanishining eng erta vaqti ushbu ishni bajarishga ketgan eng erta boshlanish vaqtidan oshib ketadi:

$$EF_{(i,j)} = ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} \quad (2)$$

- (q,j) ishning eng erta boshlanish vaqti undan oldin keluvchi ishning eng erta tugallanishining eng katta qiymatiga teng:

$$ES_{(q,j)} = \max_j EF_{(i,q)} = E_q \quad (3)$$

- kritik yoʻlining uzunligi loyiha tugallanishining eng erta tugash vaqtiga teng:

$$T = \max_i EF_{(i,j)} = E_j \quad (4)$$

- loyihani yakunlovchi istalgan ishning eng kech tugash vaqti kritik yoʻl uzunligiga teng:

$$LF_{(i,j)} = T \quad (5)$$

- istalgan ishning boshlanishini eng kech vaqti ushbu ishning tugallanishining eng kech tugash vaqtidan kichikdir:

$$LS_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - t_{(i,j)} = L_j - t_{(i,j)} \quad (6)$$

- (i,q) ishning tugashining eng kech vaqti undan keyin keluvchi ishning eng kech boshlanishi vaqtining eng kichik qiymatiga teng:

$$LF_{(i,q)} = \min_j LS_{(q,j)} = L_q \quad (7)$$

- istalgan ishni bajarish uchun vaqtning toʻliq rezervi ishning eng kech boshlanishi va eng erta boshlanishi vaqtining farqiga teng:

$$R_{(i,j)} = LS_{(i,j)} - ES_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - EF_{(i,j)} = L_j - t_{(i,j)} - L_i \quad (8)$$

- istalgan ishni bajarish uchun boʻsh vaqt rezervi keyingi hodisani eng kech boshlanish vaqti va ishning eng erta tugashi vaqti oʻrtasidagi farqqa teng:

$$r_{(i,j)} = L_j - ES_{(i,j)} - t_{(i,j)} = L_j - EF_{(i,j)} = L_j - E_i - t_{(i,j)} \quad (9)$$

Nazorat savollari

1. Kritik yoʻl qanday topiladi?
2. Kritik yoʻl uzunligi nimaga teng?
3. Ishni bajarish vaqti qanday aniqlanadi?
4. Yoʻl deb nimaga aytiladi?
5. Tarmoqli modellarga misollar keltiring.
6. Tarmoqli modellashtirishning xususiyatlarini izohlab bering.
7. Kritik yoʻl nima va u qanday hisoblanadi?

8. Berk kontur nima va undan foydalanish mumkinmi?
9. Loyihani tahlil etish bosqichlarini izohlang.
10. Tarmoqli grafik qanday talablarga javob berishi kerak?
11. Tarmoqli modelda vaqtning to'liq rezervi qanday aniqlanadi?
12. Butun kompleks ishlarning tugash vaqti nimaga teng?
13. O'zaro bog'liq operatsiyalar yig'indisi nima deyiladi? Izohlab bering.
14. Tarmoqli grafda kritik yo'l bitta bo'ladimi?

XIV bob. BOZORDAGI NOANIQLIK SHAROITIDA O‘YINLAR NAZARIYASI YORDAMIDA QARORLAR QABUL QILISH

- 14.1. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish masalalarida o‘yinlar nazariyasi elementlari.**
- 14.2. Noaniqlik sharoitida qarorlar qabul qilish.**
- 14.3. Matritsali o‘yinlar masalasini simpleks usulida yechish.**

14.1. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish masalalarida o‘yinlar nazariyasi elementlari

Iqtisodiy masalalarni hal etishda ko‘pincha turli maqsadlarni ko‘zlagan ikki yoki undan ko‘p raqobatlashuvchi tomonlarning manfaatlari to‘qnash keluvchi vaziyatlarni tahlil qilishga to‘g‘ri keladi va u ayniqsa, bozor iqtisodiyoti uchun xarakterlidir. Bunday vaziyatlar nizoli deb ataladi. Nizoli vaziyatlarning matematik nazariyasi o‘yinlar nazariyasi hisoblanadi. O‘yinda ikki (juftlik o‘yini) yoki bir nechta (ko‘pchilik ishtirokidagi o‘yin) raqiblar manfaatlari to‘qnash kelishi mumkin; cheksiz ko‘plikdagi o‘yinchilar ishtirok etgan o‘yinlar ham mavjud. Agar ko‘pchilikdagi o‘yinda o‘yinchilar koalitsiya tashkil qilsalar, bu o‘yin koalitsion deb nomlanadi; agar bunday koalitsiyalar ikkita bo‘lsa, o‘yin juftlikdagi o‘yin deb hisoblanadi. Sanoat korxonalarida o‘yinlar nazariyasi optimal yechimlarni tanlashda, masalan, xomashyo, materiallar, yarim tayyor mahsulotlarning oqilona zaxiralarini yaratishda, ikki tendensiya: ishlab chiqarishning uzluksizligini ta‘minlash uchun zaxiralarni kengaytirish va zaxiralarni saqlab turish xarajatlarini kamaytirish maqsadida ularning hajmini qisqartirish bir-biriga qarshi kurashganda qo‘llaniladi.

Bu kabi masalalarni hal etish ularning shartlari (o‘yin qoidalari) ni to‘liq belgilab olishni va aniq ifodalashni; o‘yinchilar sonini, o‘yinchilarning ehtimoliy strategiyalarini aniqlashni, ehtimoliy yutuqlarni (mag‘lubiyat salbiy yutuq sanaladi) belgilashni talab etadi. Strategiya, ya‘ni o‘yindagi vaziyatdan kelib chiqqan holda muayyan o‘yinchi harakatlarining yagona maqsadli tanlovini belgilaydigan qoidalar

majmui o‘yinli masalalarning muhim qismi hisoblanadi. Agar o‘yin davomida o‘yinchi galma-gal bir nechta strategiyalarni qo‘llasa, bunday strategiya aralash deb, uning elementlari esa – sof strategiya deb ataladi. Har bir o‘yinchida strategiyalar soni cheklangan va cheklanmagan bo‘ladi, shunga asoslangan holda o‘yinlar cheklangan va cheklanmagan turlarga bo‘linadi.

O‘yinlar nazariyasida optimal strategiya, o‘yin qiymati, o‘rtacha yutuq tushunchalari muhim. Bu tushunchalar o‘yin yechimini aniqlashda aks etadi: birinchi va ikkinchi o‘yinchining P^* va Q^* strategiyalari muvofiq ravishda ularning optimal strategiyalari deb nomlanadi, V soni esa - o‘yin qiymati deb nomlanadi, agar: birinchi o‘yinchining har qanday P strategiyalari va ikkinchi o‘yinchining har qanday Q strategiyalari uchun

$$M(P, Q) \geq V \leq M(P^*, Q^*), \quad (1)$$

tengsizligi amalga oshirilsa. Bunda, agar birinchi va ikkinchi o‘yinchilar tomonidan muvofiq ravishda P va Q strategiyalari tanlangan bo‘lsa, $M(P, Q)$ birinchi o‘yinchi yutuq‘ining (o‘rtacha yutuq‘ining) matematik taxminini anglatadi.

O‘yinlarning asosiy turlaridan biri matritsali o‘yinlar deb nomlanuvchi nolga teng summali juftlik o‘yinlari (bir o‘yinchi qancha yutqizsa, boshqa o‘yinchi shuncha yutadi) sanaladi, shu shart bilanki, har bir o‘yinchi cheklangan miqdorda strategiyalarga ega bo‘ladi. Bu holatda juftlik o‘yini shaklan $A = (a_{ij})$ matritsasi bilan beriladi, undagi a_{ij} elementlari birinchi o‘yinchining yutuq‘ini (tegishli ravishda ikkinchisining mag‘lubiyatini) ifodalaydi, agar birinchi o‘yinchi i strategiyasini $(i = \overline{1, m})$, ikkinchi o‘yinchi esa – j strategiyasini $(j = \overline{1, n})$ tanlasa. A matritsasi o‘yin matritsasi yoki to‘lov matritsasi deb nomlanadi.

O‘yinlar nazariyasining vazifasi o‘yinchilar uchun tavsiyalar ishlab chiqish, ya’ni ular uchun optimal strategiyani belgilashdan iborat. O‘yinchi strategiyasi deb o‘yin jarayonida vujudga kelgan vaziyatdan kelib chiqqan holda o‘yinchining har bir yurishdagi xatti-harakatini aniq belgilab beruvchi qoidalar tizimiga aytiladi. Optimal strategiya deb o‘yinning ko‘p bora takrorlanishida muayyan o‘yinchini erishish ehtimoli eng yuqori bo‘lgan o‘rtacha yutuq bilan ta’minlovchi strategiyaga aytiladi.

Har bir o‘yinchida strategiyalar soni cheklangan yoki cheksiz bo‘lishi mumkin, shundan kelib chiqqan holda o‘yinlar cheklangan va cheklanmagan turlarga bo‘linadi.

Cheklangan nizoli vaziyatning eng sodda matematik modelini ko‘rib chiqamiz. Bunda ikkita ishtirokchi bo‘lib, birining yutug‘i ikkinchisining mag‘lubiyatiga teng. Bunday model ikki shaxsning nolga teng summali antagonistik o‘yini deb ataladi.

14.2. Noaniqlik sharoitida qarorlar qabul qilish

O‘yinda birinchi va ikkinchi o‘yinchilar qatnashadilar, ularning har biri boshqasidan mustaqil ravishda 1, 2 va 3 sonlarini yozishi mumkin. Agar o‘yinchilar yozgan ushbu raqamlar o‘rtasidagi farq musbat bo‘lsa, bunda birinchi o‘yinchi raqamlar o‘rtasidagi farqqa teng ochkoni qo‘lga kiritadi. Agar farq nolga teng bo‘lsa, o‘yin durrang bilan tugaydi.

Birinchi o‘yinchida uchta strategiya (harakat varianti) bo‘lsin: A_1 (1 raqamini yozish), A_2 (2 raqamini yozish), A_3 (3 raqamini yozish); ikkinchi o‘yinchida ham uchta strategiya mavjud: V_1, V_2, V_3 (1- jadval).

1-jadval.

	$V_1 = 1$	$V_2 = 2$	$V_3 = 3$
$A_1 = 1$	0	-1	-2
$A_2 = 2$	1	0	-1
$A_3 = 3$	2	1	0

O‘yinni matritsa shaklida tasavvur qilish mumkin, bunda qatorlar birinchi o‘yinchining strategiyalari, ustunlar ikkinchi o‘yinchining strategiyalari, matritsa elementlari esa – birinchi o‘yinchining yutuqlari hisoblanadi. Bunday matritsa to‘lov matritsasi deb ataladi.

Berilgan misol uchun to‘lov matritsasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Umumiy vaziyatda nolga teng summali jufluk o‘yini to‘lov matritsasi orqali ifodalash mumkin:

$$(a_y)_{m \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Har bir o'yinchining vazifasi o'yinning eng yaxshi strategiyasini topishdir, bunda raqiblar ham birdek ongli va ularning har biri eng yuqori daromad olish uchun barcha choralarni ko'radi, deb taxmin qilinadi.

Birinchi o'yinchining eng yaxshi strategiyasini topamiz: α_{ij} minimal sonini har bir qatorda α_i ($i = 1, m$) qilib belgilaymiz.

$$\alpha_i = \min a_{ij}.$$

α_i ni, ya'ni A_i ning turli strategiyalaridagi minimal yutuqlarni bilgan holda birinchi o'yinchi α_i maksimal bo'lgan strategiyani tanlaydi, shunda

$$\alpha_i = \max \min a_{ij}$$

α miqdor – birinchi o'yinchi o'zi uchun ta'minlashi mumkin bo'lgan kafolatlangan yutuq o'yinning quyi qiymati (maksimin) deb ataladi.

Xuddi shunday, ikkinchi o'yinchining eng yaxshi strategiyasini belgilash uchun ustunlar bo'yicha yutuqning maksimal ifodasini topamiz va ulardan eng minimal ifodani tanlab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\beta = \max \min a_{ij},$$

bu yerda: β – o'yinning yuqori qiymati (minimaks).

Agar ikkinchi o'yinchi o'zining minimaks strategiyasiga tayanadigan bo'lsa, har qanday holatda β dan oshiqqa yutqazmasligi kafolatlangan.

Matritsali o'yin uchun quyidagi tengsizlik haqqoniydir:

$$\alpha \leq \beta.$$

Agar $\alpha = \beta$ bo'lsa, bunday o'yin egarsimon nuqtali o'yin deb, optimal strategiyalar juftligi ($A_{iopt} V_{jopt}$) esa – matritsaning egarsimon nuqtasi deyiladi.

Bu holatda $a_{ij} = v$ elementi o'yin qiymati deb ataladi va bir vaqtning o'zida ham i -qatorida, ham j -ustunida minimal hisoblanadi.

Agar o'yin egarsimon nuqtaga ega bo'lsa, u sof strategiyalarda hal etiladi, deyiladi.

Mezon optimistik bo'lib, unda tabiat inson uchun juda qulay bo'ladi, deb hisoblanadi.

3. Gurvits mezon. Mezon quyidagi formula orqali belgilanadigan strategiyani taklif etadi:

$$\max_{\alpha} \alpha \min a_{ij} + (1-\alpha) \max a_{ij} ,$$

bu yerda: α – optimizm darajasi bo'lib, $[0, 1]$ oraliqda o'zgaradi.

Mezon bir qadar oraliq mavqeni egallaydi - tabiatning ham eng yomon, ham eng yaxshi harakati ehtimolini hisobga oladi. $\alpha=1$ bo'lganda mezon Vald mezoniga, $\alpha=0$ da esa – maksimum mezoniga aylanadi. α ga strategiyani tanlash bo'yicha qaror qabul qiluvchi shaxsning javobgarligi darajasi ta'sir ko'rsatadi. Yanglari qarorlar oqibatlarini, binobarin o'z ehtiyotini qilib qo'yish istagi qanchalik ko'proq bo'lsa, shunchalik α birga yaqin bo'ladi.

4. Sevij mezon. Mezonning mohiyati o'zi sabab bo'lishi mumkin bo'lgan haddan tashqari katta yo'qotishlarga yo'l qo'ymaydigan strategiyani tanlashdan iboratdir. Xatarlar matritsasi mavjud bo'lib, uning elementlari tabiatning har bir holati uchun eng yaxshi strategiyani tanlamasa, inson (firma) qanday zarar ko'rishi mumkinligini ko'rsatadilar.

Xatarlar matritsasining (r_{ij}) elementi quyidagi formula orqali topiladi:

$$r_{ij} = \max a_{ij} - a_{ij} ,$$

bu yerda: $\max a_{ij}$ – boshlag'ich matritsa ustunidagi maksimal element.

Optimal strategiya quyidagi ifodadan olinadi:

$$\min_{\alpha} \max(\max a_{ij} - a_{ij}) .$$

Nazorat savollari

1. O'yinlar nazariyasining predmeti nimadan iborat?
2. Juftlik o'yin nima?
3. Sof strategiyani izohlab bering?
4. O'yinning qanday turlari mavjud?
5. Aralash strategiyani tushuntirib bering.

6. Matritsali o'yinlarni chiziqli dasturlash usuliga keltirishni izohlab bering?
7. Yutuqlar matritsasi qanday ma'noga ega?
8. Tabiat bilan o'yin deganda qanday o'yinlar tushuniladi?
9. Sevij mezonining mohiyatini izohlang.
10. O'yinning yuqori bahosi qanday aniqlanadi?
11. Gurvits mezonining mohiyatini izohlang.
12. Vald mezonining mohiyatini tushuntirib bering.
13. To'lovlar matritsasi nima? Uni qanday hisoblash mumkin?
14. Nol summali o'yinning ma'nosini tushuntirib bering.

**XV bob. O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI IQTISODIYOTINI
MODERNIZATSIYALASH SHAROITIDA FIRMALAR
FAOLIYATINI MODELLASHTIRISH**

15.1. Ishlab chiqaruvchilarning xatti-harakati modellari.

15.2. Firmalar faoliyati ko‘rsatkichlarini prognozlash usullari.

15.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi asosida firmalar faoliyatini modellashtirish va tahlil qilish.

15.1. Ishlab chiqaruvchilarning xatti-harakati modellari

Ishlab chiqarish firmasi bir xil yoki doimiy strukturadagi bir necha xil mahsulot ishlab chiqarmoqda deb faraz qilamiz. Unda firmaning tovar mahsuloti X deb qabul qilinadi.

a) Mahsulot ishlab chiqarish uchun firma jonli mehnat L (yillik ishchilar soni yoki kishi-soatlar miqdori) vositalari K (asosiy ishlab chiqarish fondlari) va buyumlashgan mehnat va mehnat buyumlari M (ishlatiladigan yillik yoqilg‘i, xom-ashyo, materiallar, jihozlar va h.k.).

Har bir agregatlashgan resurs turlari (mehnat, fondlar va materiallar) bir necha xillarga ajraladi (har xil toifadagi mehnat, turli uskunalar). Vektor-ustun $x=(x_1, \dots, x_n)$ bilan resurslar sarfini belgilaymiz. Unda firmaning texnologiyasi resurslar sarfi va mahsulot miqdorining bog‘liqligini ifodalovchi ishlab chiqarish funksiyasi bilan tasvirlanadi:

$$X = f(x) \quad (1)$$

$F(x)$ ikki marta differensialini topish mumkin bo‘lgan uzluksiz, neoklassik funksiya deb qabul qilinadi va uning ikkinchi hosilasi matritsasi manfiy.

Agar mahsulot bahosi r va j resurs birligining bahosi - $w=1, \dots, n$, bo‘lsa, xarajatlar vektori quyidagicha yoziladi va foyda topiladi.

$$P(x) = p F(x) - wx \quad (2)$$

bu yerda: $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ - resurslar bahosi vektor-qatori.

Resurslar bahosi tabiiy va aniq mazmunga ega agar x_j - muayyan malakadagi ishchilarning o'rtacha yillik soni, va w_j - bir kishiga to'g'ri keladigan yillik ish haqi; agar x_j - sotib olingan materiallar (yoqilg'i energiya va h.k.), unda w_j - ushbu materialning sotib olish bahosi. Agar x_j - ishlab chiqarish fondlari, unda w_j - fondlarning yillik ijara summasi yoki fondlarni ta'mirlash xarajati.

b) Bunda $R=pX=pF(x)$ - firmaning yillik mahsuloti yoki yillik daromadi $C=wx$ - ishlab chiqarish xarajatlari yoki resurslarning yillik sarfi.

Jalb etiladigan resurslar hajmiga boshqa omillar ta'sir etmasa, foydani maksimallashtirish quyidagicha yoziladi:

$$\max_{x \geq 0} \{ pF(x) - wx \} \quad (3)$$

Bu chiziqsiz masala bo'lib, n -manfiy bo'lmagan yechimlarga ega: $x \geq 0$, masalani yechish uchun Kun-Takker sharti qo'llaniladi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial x} &= p \frac{\partial F}{\partial x} - w \leq 0 \\ \frac{\partial n}{\partial x} x &= \left(p \frac{\partial F}{\partial x} - w \right) \cdot x = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Agar optimal yechimda resurslar ishlatilsa $x^* > 0$, unda (4) shart quyidagicha yoziladi:

$$p \frac{\partial F(x^*)}{\partial x} = w \quad (5)$$

yoki

$$p \frac{\partial F(x^*)}{\partial x_j} = w_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

optimal nuqtada resurs birligiga to'g'ri keladigan chekli mahsulot bahoga teng bo'ladi.

v) Ishlab chiqarish harajatlari o'zgarmagan holda mahsulot miqdorini maksimallashtirish quyidagicha yoziladi:

$$\begin{aligned} \max F(x) \\ wx \leq C, \quad x \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Bu masala chiziqsiz dasturlashning bir chizikli chekligi bor o'zgaruvchilar masalasidir. Nazariyaga amal qilgan holda Lagranj funksiyasini tuzamiz:

$$L(x, \lambda) = F(x) + \lambda(C - wx)$$

Keyinchalik o'zgaruvchilar manfiy bo'lmagan holda maksimal qiymatni topamiz. Buning uchun Kun-Takker shartini bajaramiz.

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x} - \lambda w \leq 0 \\ \left\{ \frac{\partial F}{\partial x} - \lambda w \right\} \cdot x = 0 \\ x \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Ko'rinishicha (7) shart (4) shart bilan mos keladi.

15.2. Firmalar faoliyati ko'rsatkichlarini prognozlash usullari

Korrelyatsion tahlil hodisalar o'rtasidagi bog'lanishni aniqlaydigan usullardan biri hisoblanadi. Lekin faqat korrelyatsion tahlil bog'lanishning zichligi haqida oddiy baho bera oladi. Bu holat iqtisodiy tadqiqotlarda korrelyatsion tahlilni keng qo'llash imkoniyatini beradi. Korrelyatsion tahlil haqida gapirganda regression tahlilni unutmaslik kerak. Regression tahlil hodisalar o'rtasidagi bog'lanishning statistik tahlil usuli bo'lib, bog'lanish shakllarini tahlil qiladi. Regression tahlil natijalari regressiya tenglamalari va koeffitsientlarida sifat ifodasiga ega bo'ladi.

Korrelyatsion va regression tahlilning samaradorligi ko'pgina iqtisodiy va ijtimoiy muammolarni hal qilishda muhim rol o'ynaydi. Korrelyatsion va regression tahlil qilishdan oldin o'rganilayotgan hodisalar o'rtasida bog'lanish har tomonlama sinchiklab tahlil qilinishi lozim. Haqiqatan ham bog'lanish mavjud bo'lsa, korrelyatsion va regression tahlil usulidan foydalanish hamda real ahamiyatga ega bo'lgan natijalarni olish mumkin bo'ladi.

Korrelyatsion tahlilning birinchi vazifasi, korrelyatsion bog'lanish shakllarini, ya'ni regressiya funksiyasi ko'rinishlarini (chiziqli, darajali, logarifmik va boshqalar) aniqlashdan iborat.

Korrelyatsion tahlil korrelyatsiya koeffitsientlarini aniqlash va ularning muhimligini, ishonchliligini baholashga asoslanadi.

Chiziqli korrelyatsiya koeffitsientining hisoblash formulasi:

$$r_{y/x} = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (1)$$

bu yerda: σ_x - X omilning o'rtacha kvadratik chetlanishi; σ_y - Y omilning o'rtacha kvadratik chetlanishi.

$$\sigma_x = \sqrt{\overline{X^2} - (\bar{X})^2}; \quad (2)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\overline{Y^2} - (\bar{Y})^2}. \quad (3)$$

Determinatsiya koeffitsienti korrelyatsiya koeffitsientining kvadratiga teng.

Korrelyatsiya koeffitsienti (r) -1 dan $+1$ oralig'ida bo'ladi. Agar $r=0$ bo'lsa omillar o'rtasida bog'lanish mavjud emas, $0 < r < 1$ bo'lsa, to'g'ri bog'lanish mavjud $-1 < r < 0$ - teskari bog'lanish mavjud, $r=1$ funksional bog'lanish mavjud.

Bog'lanish zichlik darajasi odatda quyidagicha talqin etiladi. Agar $0,2$ gacha – kuchsiz bog'lanish;

$0,2 \div 0,4$ – o'rtacha zichlikdan kuchsizroq bog'lanish;

$0,4 \div 0,6$ – o'rtacha bog'lanish;

$0,6 \div 0,8$ – o'rtachadan zichroq bog'lanish;

$0,8 \div 0,99$ – zich bog'lanish.

Korrelyatsion tahlilda quyidagi korrelyatsiya koeffitsientlari hisoblanadi:

1. Xususiy korrelyatsiya koeffitsientlari. Xususiy korrelyatsiya koeffitsienti natijaviy va unga ta'sir etuvchi omillar o'rtasidagi bog'lanish zichligini bildiradi.

2. Juft korrelyatsiya koeffitsientlari natijaviy omil inobatga olinmagan nuqtada hisoblanadi. Agar juft korrelyatsiya koeffitsienti $0,6$ dan katta bo'lsa, unda omillararo bog'lanish kuchli deb hisoblanadi va erkin omillar ma'lum darajada bir-birini takrorlaydi. Agar modelda o'zaro bog'langan omillar qatnashsa, model yordamida qilingan hisoblar noto'g'ri chiqishi mumkin va omillar ta'siri ikki barovar hisoblanishi mumkin. O'zaro bog'langan ta'sir etuvchi omillardan bittasi modeldan chiqarib tashlanadi. Albatta, modelda kuchliroq va mustahkamroq omil qoladi.

3. Ko'p omilli modellarda natijaviy omilga bir necha omillar ta'sir ko'rsatsa, unda omillar orasida ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsienti hisoblanadi.

Regressiya tenglamasining koeffitsientlarini eng kichik kvadratlar usuli asosida

hisoblash mumkun. Mezon: haqiqiy miqdorlarning tekislangan miqdorlardan farqining kvadratlari yig'indisi eng kam bo'lishi zarur:

$$S = \sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2 \rightarrow \min \quad (4)$$

Misol: $Y_t = a_0 + a_1 t$

Qiymat $\sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2$ eng kam bo'lishi uchun birinchi darajali hosilalar nolga teng bo'lishi kerak.

$$S = \sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2 = \sum (Y_t - a_0 - a_1 t)^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial a_1} = 0;$$

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t \end{cases} \quad (6)$$

Normal tenglamalar tizimi.

$$S = \sum (Y_t - \bar{Y}_t)^2 \rightarrow \min \quad (7)$$

Demak,

$$\bar{Y} = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n \quad (8)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum [2(Y_t - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n) \cdot (-1)] = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = \sum [2(Y_t - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n) \cdot (-X)] = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial S}{\partial a_n} = \sum [2(Y_t - a_0 - a_1 X - a_2 X^2 - \dots - a_n X^n) \cdot (-X^n)] = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Chiziqli funksiya bo'yicha tekislanganda

$$\begin{aligned} \bar{Y} &= a_0 + a_1 X \\ S &= \sum (Y_t - a_0 - a_1 X)^2 \rightarrow \min \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = \sum 2(Y_t - a_0 - a_1 X) \cdot (-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a_1} = \sum 2(Y_t - a_0 - a_1 X) \cdot (-X) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

Bundan,

$$\begin{cases} \sum y - n \cdot a_0 - a_1 \cdot \sum X = 0 \\ \sum y \cdot X - a_0 \cdot \sum X - a_1 \cdot \sum X^2 = 0 \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum X = \sum y \\ a_0 \cdot \sum X + a_1 \cdot \sum X^2 = \sum y \cdot X \end{cases} \quad (13)$$

Bog‘lanish shakllarini tanlash regression tahlil va tanlanayotgan funksiya haqidagi ma’lum gipotezalarni ishlab chiqish hamda tahlil qilishdan boshlanadi. Regressiyalarni tenglashtirish korrelyatsion modellarning tarkibiy qismi bo‘lib, uni to‘g‘ri tanlay bilish, modellashtirishning eng mas’uliyatli bosqichi hisoblanadi.

Tahlil vaqtida garchi ba’zi bir tanlangan shakllarning to‘g‘riligini baholashning ayrim usullari ishlab chiqilgan bo‘lsa ham, bog‘lanish shaklini tanlay olish juda muhim hisoblanadi.

Iqtisodiy hodisalar o‘rtasidagi bog‘lanishlarning murakkabligi ko‘pincha mavjud hodisalar butun kompleksini tahlili bilan qamrab olish mumkin bo‘lmagan holatni keltirib chiqaradi. Regressiyani konkret tenglashtirish har doim ma’lum darajada abstraktlash asosida quriladi. Regressiya tenglamalarini tuzish hodisalar o‘rtasidagi bog‘lanish konkret shaklini aniqlashda gipotetik eksperiment hisoblanadi.

15.3. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasi asosida firmalar faoliyatini modellashtirish va tahlil qilish

Bir xil mahsulot ishlab chiqaruvchi firmaning Kobba-Duglas funksiyasi. Fondlarni ijarasi va ish haqi uchun 150 ming so‘m ajratilgan bo‘lsa mahsulot miqdorini maksimallashtiring (fondlar birligi ijarasi $w_K=5000$, ish haqi $w_L=10000$).

$$X = F(K, L) = 3 \cdot K^{\frac{2}{3}} \cdot L^{\frac{1}{3}}.$$

Optimal nuqtada fond va ish kuchining chekli almashinuv chegarasi topilsin.

Yechish. Ma’lumki $F(0, L) = F(K, 0)$. Demak, optimal yechimda $K^* > 0, L^* > 0$ Shuning uchun (7) shart quyidagicha bo‘ladi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial K} &= \lambda w_K, \\ \frac{\partial F}{\partial L} &= \lambda w_L. \end{aligned} \quad (8)$$

yoki bizning misolimizda

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{F(K^*, L^*)}{K^*} = \lambda w_K,$$
$$\frac{1}{3} \cdot \frac{F(K^*, L^*)}{L^*} = \lambda w_L.$$

Birinchi tenglamani ikkinchiga bo'lib, topamiz:

$$\frac{2L^*}{K^*} = \frac{w_K}{w_L}.$$

Uni quyidagi shartga quyib $w_K K^* + w_L L^* = 150$, topamiz:

$$K^* = \frac{2}{3} \cdot \frac{150}{w_K} = 20, \quad L^* = 5.$$

Nazorat savollari

1. Kapital deganda nimani tushunasiz?
2. Mahsulot bahosi qanday shakllanadi?
3. Lagranj funksiyasidan qaysi hollarda foydalaniladi?
4. Korrelyatsion-regression tahlilning maqsadlari nimalardan iborat?
5. Juft, xususiy va ko'plikdagi korrelyatsiya koeffitsientlarining farqi nimadan iborat?
6. Qaysi hollarda korrelyatsiya indeksi qo'llaniladi?
7. Regressiya koeffitsientlarining iqtisodiy mohiyati nimadan iborat?
8. "Eng kichik kvadratlar usuli" ning mohiyatini tushuntirib bering.
9. Normal tenglamalar tenglamasini yechish usullarini tushuntirib bering.
10. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasining xususiyatlarini tushuntirib bering.
11. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasida resurslar elastikligi qanday hisoblanadi?
12. Kobba-Duglas ishlab chiqarish funksiyasini chiziqli shaklga keltirish jarayonini tushuntirib bering.

GLOSSARIY

Iqtisodiyot	– mulkchilikning turli shakllariga asoslangan xo‘jaliklardan, xo‘jaliklararo, davlatlararo birlashmalar, korporatsiyalar, konsernlar, qo‘shma korxonalar, moliya va bank tizimlaridan, davlatlar o‘rtasidagi turli iqtisodiy munosabatlardan iborat o‘ta murakkab ijtimoiy tizim
Iqtisodiy faoliyat	– cheklangan iqtisodiy resurslardan unumli foydalanib, insonlarning yashashi uchun zarur bo‘lgan hayotiy vositalarni ishlab chiqarish va iste‘molchilarga yetkazib berishga qaratilgan, bir-biri bilan bog‘liqlikda amal qiladigan turli-tuman faoliyatlar majmui
Ishlab chiqarish	– kishilik jamiyatining mavjud bo‘lishi va rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan hayotiy ne‘matlarni yaratish jarayoni
Iqtisodiy resurslar	– tovar ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish jarayonlarida foydalanish mumkin bo‘lgan barcha vosita va imkoniyatlar majmui
Aksiya	– qimmatbaho qog‘oz, u hissadorlik jamiyatini rivojlantirishga mablag‘ sarflanganligi dalolati bo‘lib, uning egasiga hissadorlik jamiyati foydasining bir qismini dividend tariqasida olish huququni beradi
Alternativ xarajatlar	– resurslardan eng samarali foydalanishdan voz kechish natijasida yo‘qotilgan imkoniyatlar bilan bog‘liq xarajatlar. Yoki, iqtisodiy tanlov natijasida eng yaxshi alternativ variantdan olinadigan foydadan voz kechishni aks ettiruvchi xarajatlar
Alternativ xarajatlar tamoyili	– noyob resurslardan foydalanish yo‘nalishlarining barchasidan olinadigan foyda va xarajatlar solishtiriladi va eng yuqori alternativ xarajatga ega bo‘lgan variant tanlanadi
Asosiy fondlar	– o‘zining buyum shaklini o‘zgartirmagan holda xo‘jalik faoliyatida ko‘p martalab foydalaniladigan mehnat vositalari
Assotsiatsiya	– xo‘jalik yurituvchi sub‘ektlarning ixtiyoriy birlashmasi
Befarqlik egri chizig‘i	– iste‘molchi uchun bir xil naf beruvchi ne‘matlar kombinatsiyalarini ifodalovchi chiziq
Biznes	– tadbirkorlik faoliyati yoki insonlarning foyda olishga qaratilgan tadbirkorlik faoliyatidir
Biznesning tashqi muhiti	– korxonaning faoliyat ko‘rsatishiga ta‘sir etuvchi barcha shartlar va tashqi muhit omillari
Bozor	– sotuvchilar va xaridorlar o‘rtasidagi mahsulot sotish va xarid qilish bo‘yicha erkin munosabatlar tizimi. Bozorlar o‘z hududiy masshtabiga ko‘ra lokal, milliy va xalqaro bozorlarga bo‘linadi. Oldi-sotdi obyekt bo‘lib, iste‘mol tovarlari, resurslar, (mehnat, kapital, yer, tadbirkorlik qobiliyati, axborot) va xizmatlar hisoblanadi
Bozor infra-tuzilmasi	– mahsulot (xizmatlar) ishlab chiqaruvchini iste‘molchi bilan yagona bozor makonida birlashtirib, ishlab chiqarish va iste‘mol ko‘lamlari o‘rtasidagi ziddiyatli bartaraf etuvchi va uning barcha ishtirokchilari oldilariga qo‘ygan maqsadlariga erishishlarini ta‘minlovchi muassasalar va vositachilik tarkiblari tizimi

Bozor muvozanati	– bozordagi talab va takliflarning miqdoran va tarkiban bir-biriga muvofiq kelishi
Bozor segmentatsiyasi	– ma’lum belgi-alomatlar va savdo-sotiqning shart-sharoitlariga qarab bozorni har xil qismlarga ajratish, tabaqalashdir
Davlat mulki	– davlatga tegishli bo‘lgan barcha mulklarning yig‘indisi
Daromad	– tadbirkorlik yoki boshqa faoliyat natijasida pul yoki natura shaklida olinadigan mablag‘lar
Diversifikatsiya	– ishlab chiqarishni ko‘pdan-ko‘p, bir-biri bilan bog‘lanmagan turlarini bir vaqtda rivojlantirish, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar turini kengaytirish
Dividend	– hissadorlik jamiyati foydasining (soliqlar to‘lanib, barcha qarz beruvchilar bilan hisob-kitob qilinganidan keyingi) hissadorlar o‘rtasida ular qo‘lidagi aksiyalarga mutanosib tarzda taqsimlanadigan qismi
Izokvanta	– bir xil hajmdagi mahsulotni ishlab chiqarishni ta’minlaydigan ishlab chiqarish omillari sarflari kombinatsiyalarini ifodalovchi egri chiziq
Izokosta	– umumiy qiymati bir xil bo‘lgan ikkita ishlab chiqarish omili sarflarining barcha kombinatsiyalarini ifodalovchi nuqtalarni o‘z ichiga oluvchi ishlab chiqarish xarajatlarini ifodalovchi chiziq
Investitsiya	– foyda olish maqsadida sarmoyani biror korxonaga uzoq muddatli sarflash
Infratuzilma	– takror ishlab chiqarish shart-sharoitlarini ta’minlovchi ishlab chiqarish va noishlab chiqarish tarmoqlari majmui: transport, aloqa, konsalting, audit, injiniring
Ishlab chiqarish	– biznes korxonalarining asosiy faoliyat turi bo‘lib, bu jarayon cheklangan resurslardan foydalangan holda amalga oshiriladi
Ishlab chiqarish imkoniyati	– berilgan texnologik rivojlanishda va barcha mavjud resurslardan to‘liq va samarali foydalangan holda jamiyatning iqtisodiy ne’matlar ishlab chiqarish qobiliyati
Ishlab chiqarish funksiyasi	– sarflanadigan ishlab chiqarish omillari miqdori bilan, ushbu omillardan foydalangan holda maksimal ishlab chiqariladigan mahsulot o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi matematik bog‘lanish
Iqtisodiy-matematik usullar	– kompleks iqtisodiy va matematik ilmiy fanlarning umumiy nomi bo‘lib, ular yordamida iqtisodiy jarayonlarni o‘rganish vositalari ishlab chiqiladi
Iqtisodiy resurslar	– iqtisodiy ne’matlarni ishlab chiqarishda qatnashadigan elementlar (er, mehnat, kapital, tadbirkorlik qobiliyati va axborot)
Iqtisodiy o‘shish	– mamlakat miqyosida yalpi ichki mahsulotning aholi jon boshiga yildan-yilga barqaror o‘shib borish jarayoni
Kichik korxonalar	– «O‘zbekiston Respublikasida kichik korxonalar to‘g‘risidagi Nizom» ga muvofiq, mulkchilik shakllaridan qat’iy nazar, yuridik shaxs huquqlariga ega bo‘lgan mustaqil xo‘jalik sub’ekti kichik korxonalar hisoblanadi

Tasniflash	– jarayon va hodisalarni ma'lum bir belgilar va xususiyatlar bo'yicha ajratish
Konsepsiya	– ma'lum bir muammoni yoki vaziyatni hal etish hamda rivojlantirishga qaratilgan nuqtai nazarlar tizimi
Konsern	– ma'lum bir turdagi vazifalarni bajarish uchun vaqtincha tuzilgan ilmiy-texnikaviy, investitsion tarkibiy, moliyaviy va tashqi iqtisodiy siyosatni hamda tegishli resurslarni markazlashtiruvchi korxonalar birlashmasi
Kon'yunktura	– bozor mexanizmi sharoitida rivojlanishning qonuniyatli shakllari davlat tomonidan tartibga solinishi va raqobatning, iste'molchilar, korporatsiyalar hamda davlat muassasalari va korxonalari tomonidan qaror qabul qilishdagi mutaqillikning muvozanati bilan belgilanuvchi jarayonlar: muayyan iqtisodiy faoliyat omillari va shart-sharoitlari yig'indisi
Korxonaga mulki	– korxonaga tegishli asosiy fondlar va aylanma mablag'lar, shuningdek, boshqa moddiy va moliyaviy resurslarni o'z ichiga oladi, ularning miqdori korxonaning mustaqil balansida aks etadi. Korxonaning mulki uning moddiy-texnika bazasi va mablag'larini tashkil etadi
Matematik modellashtirish	– o'rganilayotgan jarayonlarni matematik tenglamalar va tengsizliklar ko'rinishida ifodalash usulidir
Materiallar	– ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulotga aylanadigan har qanday moddiy buyumlar
Mehnat unumdorligi	– korxonada bitta ishchiga to'g'ri keladigan mahsulot hajmi
Model	– o'rganilayotgan jarayonni kichiklashtirilgan holda, grafik, rasm, maketlar ko'rinishida o'rganishga aytiladi
Muvozanat	– tizimning shunday bir holatiki, agar unga biror bir tashqi kuch ta'sir etmasa, u o'zining ushbu holatini saqlab qoladi
Muvozanat narx	– bu shunday narxki, bu narxda bozorda taklif qilinadigan ne'mat miqdori, unga bo'lgan bozordagi talab miqdoriga teng
Naflik	– ne'matning inson ehtiyojini qondira olish xususiyati
Ne'matlar noyobligi	– biror tovar yoki resurs hajmining ma'lum vaqt oralig'ida chegaralanganligi
Omillar mahsuldorligining kamayish qonuni	– biror bir ishlab chiqarish omilidan foydalanish oshib borganda (boshqa omillardan foydalanish o'zgarmaganda), shunday bir nuqtaga erishiladiki, ushbu nuqtadan boshlab qo'shimcha ishlatilgan omil ishlab chiqarish hajmini kamaytiradi
Optimallik tamoyili	– har bir faoliyatdan va resurslardan foydalanishda maksimal foyda olish
Optimallik	– mavjud taqchil resurslardan foydalanish bo'yicha eng samarali (qulay) variant
Raqobat	– bir xil mahsulot ishlab chiqaruvchi firma va korxonalarining iqtisodiy

	musobaqasi
Regression tahlil	– ikki va undan ortiq omillar o‘rtasida matematik bog‘lanishlarni aniqlash usuli
Regressiya	– bir necha nuqtalar bo‘yicha egri chiziqni aniqlash
Reja	– biror natijaga erishish uchun oldinda belgilab olingan sxemaga asosan bosqichma-bosqich harakat qilish jarayoni
Resurslar	– iqtisodiyotdagi ijtimoiy ishlab chiqarishda foydalaniladigan barcha zaxiralar va texnologik omillarning real oqimlari
Resurslar noyobligi	– biror tovar yoki xizmatni ma’lum vaqt oralig‘ida chegaralanganligi
Sistema	– o‘zaro bog‘liq elementlar to‘plami
Sintez	– tizimda faoliyat qilayotgan elementlarni bir butunga birlashtirib o‘rganuvchi usul
Tahlil	– o‘rganiladigan obyektlarni tashkil etuvchi elementlarga bo‘luvchi, ularning tizimdagi o‘rni va rolini tushuntirib beruvchi, shu bilan birga tizim tarkibini aniqlovchi usul
Texnologiya	– tovarlar ishlab chiqarish va xizmatlar ko‘rsatish to‘g‘risidagi amaliy bilimlar
Tizim tarkibi	– elementlar tarkibi va ularni birlashtirish usullari
Umumiy xarajat	– qisqa muddatli oraliqda ma’lum miqdorda mahsulot ishlab chiqarish uchun sarflangan o‘zgarmas va o‘zgaruvchan xarajatlar yig‘indisi
Firma	– ishlab chiqarish resurslari egalarining qarorlarini va manfaatlarini muvofiqlashtiruvchi institutsional tuzilma
Foyda	– umumiy daromaddan umumiy xarajatlarni chegirib tashlangan qismi
Xususiy tadbirkorlik	– «O‘zbekiston Respublikasida xususiy tadbirkorlik to‘g‘risidagi Nizom» ga muvofiq xususiy tadbirkorlik alohida bir kishi yoki kishilar guruhi tomonidan shaxsiy daromad yoki foyda olish uchun o‘z mulkiy javobgarligi asosida, amaldagi qonunlar doirasida, yollanma mehnatni jalb qilgan holda amalga oshiriluvchi tashabbuskor xo‘jalik faoliyatini anglatadi
Chekli daromad	– qo‘shimcha bir-birlik mahsulotni sotish natijasida umumiy daromadning o‘sgan qismi
Chekli mahsulot	– o‘zgaruvchan resurslar kombinatsiyasini kichik miqdorda qo‘shimcha sarfi hisobidan umumiy mahsulotning o‘sgan qismi
Chekli naflik	– naflik funksiyasidan biror bir ne‘mat o‘zgaruvchisi bo‘yicha olingan xususiy hosila.
Chekli xarajat	– ishlab chiqarish hajmini kichik miqdorga (odatda bir-birlikka) oshirish bilan bog‘liq bo‘lgan qo‘shimcha umumiy xarajat
Chetlanish	– haqiqiy natija bilan kutiladigan natija o‘rtasidagi farq

- Elastiklik – biror o‘zgaruvchining bir foizga o‘zgarishi natijasida boshqa bir o‘zgaruvchining ma’lum foiz miqdorga o‘zgarishini ko‘rsatuvchi miqdor
- Ekzogen o‘zgaruvchilar – tashqi o‘zgaruvchilar bo‘lib, ular oldindan beriladi va modelga kiritiladi
- Endogen o‘zgaruvchilar – model ichida, hisob-kitoblar asosida shakllanuvchi o‘zgaruvchilar
- O‘zgarmas xarajat – qisqa muddatli oraliqda mahsulot ishlab chiqarish hajmiga bog‘liq bo‘lmagan xarajat
- O‘zgaruvchan xarajatlari – mahsulot ishlab chiqarish hajmiga bog‘liq bo‘lgan xarajat, ya’ni mahsulot hajmi oshganda yoki kamayganda o‘zgaradigan xarajat
- O‘rtacha daromad – sotilgan bir birlik mahsulotga to‘g‘ri keluvchi daromad yoki pul tushumi
- O‘rtacha mahsulot – – umumiy mahsulotni ushbu mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflangan o‘zgaruvchan ishlab chiqarish omillari sarfiga nisbatiga aytiladi.

TAVSIYA ETILAYOTGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "2017-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasini «Faol tadbirkorlik, innovatsion g‘oyalar va texnologiyalarni qo‘llab-quvvatlash yili»da amalga oshirishga oid davlat Dasturi to‘g‘risida" 2018- yil 22- yanvardagi PF-5308-sonli Farmoni.// <http://lex.uz/docs/3516847>.
2. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. –T.: O‘zbekiston, 2017. – 104 b.
3. Фомин Г.П. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности: учебник для бакалавров. –М.: Юрайт, 2019. - 462 с.
4. Королев А.В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. –М.: Юрайт, 2019. - 280 с.
5. Гармаш А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры. –М.: Юрайт, 2019. - 328 с.
6. Попов А.М. Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата. –М.: Юрайт, 2019. - 345 с.
7. Смагин Б.И. Экономико-математические методы: учебник для академического бакалавриата. –М.: Юрайт, 2019. - 272 с.
8. Косников С.Н. Математические методы в экономике: учебное пособие для вузов. –М.: Юрайт, 2019. - 170 с.
9. Красс М.С. Математика в экономике: математические методы и модели. –М.: Юрайт, 2019. - 541 с.
10. Макаров С.И. Экономико-математические методы и модели. Задачник: Учебно-практическое пособие. –М.: КноРус, 2019. - 240 с.
11. Ходиев Б.Ю, Шодиев Т.Ш., Беркинов Б.Б. Эконометрика. –Т.: ТДИУ, 2018. – 186 б..
12. Косников С.Н. Математические методы в экономике: учебное пособие для вузов. –М.: Юрайт, 2018. - 172 с.
13. Гретченко А.И. Микроэкономика. Учебник. –М.: КноРус, 2018. - 624 с.
14. Зороастрова И.В. Экономический анализ фирмы и рынка: Учебник для студентов вузов. –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2018. - 279 с.
15. Гамецкий А.Ф., Соломон Д.И. Математическое моделирование макроэкономических процессов. -Кишинэу: Еврика, 2017. - 313 с.
16. Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие. –М.: Вузовский учебник, 2017. - 344 с.
17. Хуснутдинов, Р.Ш. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие. –М.: Инфра-М, 2017. - 320 с.
18. Анчишкин А.И. Прогнозирование темпов и факторов экономического роста. –М.: МАКС Пресс, 2017. – 300 с.
19. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: потоки событий и системы обслуживания. –М.: Academia, 2017. - 248 с.

20. Горлач Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация. –СПб.: Лань, 2016. - 292 с.
21. Беннинг Ш. Финансовое моделирование с использованием Excel. –М.: Вильямс, 2016. - 592 с.
22. Шапкин А.С. Математические методы и модели исследования операций. – М.: Дашков и К., 2015. – 320 с.
23. Ширяев В.И. Управление предприятием: Моделирование, анализ, управление. –М.: КД Либроком, 2015. - 272 с.
24. Моделирование экономических процессов: Учебник. /под ред. М.В. Грачевой, Ю.Н. Черемных. –М.: ЮНИТИ, 2015. - 543 с.
25. Косоруков О.А. Методы количественного анализа в бизнесе. Учебник. –М.: ИНФРА, 2015. – 483 с.
26. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели. – М.: ЮНИТИ, 2014. – 467 с.
27. Власов М.П. Моделирование экономических систем и процессов: Учебное пособие. –М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
28. Орлов А.И. Моделирование финансово-экономической деятельности предприятия. –М.: КноРус, 2013. - 280 с.
29. Васильева Л.Н. Моделирование микроэкономических процессов и систем: Учебник. –М.: КноРус, 2012. - 392 с.
30. Замков О.О. и др. Математические методы в экономике. –М.: ДИС, 2011. – 426 с.
31. Дубина И.Н. Математико-статистические методы в эмпирических социально-экономических исследованиях: –М.: ИНФРА-М, 2010. –349 с.
32. Алесинская Т.В. Учебное пособие по решению задач по курсу “Экономико-математические методы и модели”. –Таганрог: ТРТУ, 2008. –160 с.
33. Shodiev T.Sh. va boshqalar. Iqtisodiy-matematik usullar va modellar. O‘quv qo‘llanma. –T.: TDIU, 2010. – 297 b.
34. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решения. Учебник. –М.: ЮНИТИ, 2005. –640 с.
35. Clive L. Dym. Principles of Mathematical Modeling (Second Edition), California. Elsevier Academic Press, 2004. – 297 pp.
36. Angel de la Fuente. Mathematical methods and models for economists. Cambridge university press, 2000. – 829 pp.
37. Rangarajan K. Sundaram. A first Course in optimization theory. New York University press, 1996. – 364 pp.

Ishnazarov Akram Ismoilovich,
Nurullayeva Shahnoza Toxtasinovna,
Ro‘zmetova Nazira Shonazarovna

IQTISODIY-MATEMATIK USULLAR VA MODELLAR

O‘quv qo‘llanma

“IQTISODIYOT” – 2019.

Muharrir
Mirhidoyatova D.

Musahhih
Matxo`jayev A.O.

Litsenziya AI № 240 04.07.2013. Terishga berildi 08.09.19. Bosishga ruxsat etildi 08.09.2019. Qog‘oz bichimi 60x80 1/16. Times garniturası. Ofset bosma. Ofset qog‘ozı. Shartlı bosma tabog‘ı 10,5. Hisob nashr varag‘ı 10,1. Adadi ___ nusxa.

“IQTISODIYOT” nashriyoti DUKning matbaa bo‘limida chop etildi.
100003. Toshkent shahri O‘zbekiston shohko‘chasi, 49-uy.

000000 Iqtisodiy-matematik usullar va modellar.
O'quv qo'llanma. /Ishnazarov A.I.,
Nurullayeva Sh.T., Ro'zmetova N.Sh.
- T.: «IQTISODIYOT», 2019. - 168 bet.

Ishnazarov A.I.,
Nurullayeva Sh.T.,
Ro'zmetova N.Sh.

ISBN 00000000

UO`K 000000

KBK 000000